# РУКОВОДСТВО

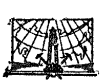
## ПО РЕВИЗИИ, НАЛАДКЕ И ИСПЫТАНИЮ ШАХТНЫХ ПОДЪЁМНЫХ УСТАНОВОК

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕНО
Энергомеханическим управлением
Министерства угольной промышленности СССР 26 июля 1979 г.

# РУКОВОДСТВО ПО РЕВИЗИИ, НАЛАДКЕ И ИСПЫТАНИЮ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



МОСКВА «НЕДРА» 1982

УДК 622.673.1—7

**Руководство** по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок/ В. Р. Бежок, Б. Н. Чайка, Н. Ф. Кузьменко и др. 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1982. 391 с.

Изложены конструкции подъемных установок, электрооборудования и средств автоматизации, поставляемых заводами-изготовителями для подъемных установок, а также соответствующие нормативы и требования к ним, соблюдение которых необходимо при ревизии, наладке, испытании и эксплуатации подъемных установок.

Во второе издание (1-е изд. 1970) дополнительно включены описания технологии ревизии, наладки и испытания подъемных установок; методика расчета тормозных моментов многоканатных машин; даны принципы наладки устройств предохранительного и рабочего торможения.

Для широкого круга инженерно-технических работников. Табл. 50, ил. 225, список литературы — 17 назв.

Авторы:

**В. Р. Бежок, Б. Н. Чайка, Н. Ф. Кузьменко, В. А. Чумаков, В. Г. Калинин, И. Я. Гальперин, В. Ф. Супрунов, Е. М. Курченко, А. П. Толстой, Н. Я. Гурин, Л. В. Седаков, М. Т. Ходюшин, И. И. Ходобин, В. И. Шинкаренко, Р. Я. Грузутин, Н. Д. Даниленко.**

Редакционная коллегия: *А. И. Григорьев, В. Р. Бежок, Н. И. Волощенко, В. В. Дегтярев, В. Е. Кожухов, В. А. Попов, А. В. Сапилов, Г. А. Бабак, Н. П. Бочаров, Л. В. Седаков.*

Рецензент — *Энергомеханическое управление Минуглепрома СССР*

Р $\frac{2501020000—153}{043(01)—82}$ 275—82

© Издательство «Недра», 1982

# ПРЕДИСЛОВИЕ

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрено осуществлять дальнейшее развитие подземной добычи угля, расширить создание и внедрение автоматизированных средств добычи угля на шахтах без постоянного присутствия людей в очистных забоях.

Важное место в выполнении этих задач принадлежит ритмичной и безопасной эксплуатации подъемных установок.

В X пятилетке на предприятиях угольной промышленности СССР проведена большая работа по реконструкции, модернизации и обновлению парка подъемных установок. Такая же работа будет проводиться и в дальнейшем.

В связи с концентрацией производства и ростом мощности угольных предприятий основная тенденция в развитии шахтного подъема заключается в увеличении веса поднимаемого груза, повышении скорости движения подъемных сосудов, увеличении глубины подъема. Все шире для привода шахтных подъемных машин будет применяться тиристорный привод большой мощности.

Для автоматизации подъемных установок, повышения надежности и безопасности их работы создана современная аппаратура управления и защиты на базе применения бесконтактных логических структур, интегральных микромодулей и тиристорных коммутаторов.

В целях улучшения эксплуатации шахтных подъемных установок Минуглепрома СССР согласно Правилам безопасности в угольных и сланцевых шахтах, Правилам технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт установлен порядок, предусматривающий обязательное проведение один раз в год силами специализированных наладочных организаций ревизий, наладок и испытаний шахтных подъемных установок.

Второе издание Руководства содержит основные руководящие материалы по вопросам ревизии, наладки и испытания подъемных установок.

Руководство составлено на основе многолетнего опыта работы наладочных организаций треста Донецкуглеавтоматика, Союзуглеавтоматика, ряда других наладочных организаций и инструкций заводов-изготовителей оборудования шахтного подъема.

Проект Руководства рассматривался в Государственном Макеевском ордена Октябрьской Революции научно-исследовательском институте по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ), во Всесоюзном научно-исследовательском институте горной механики им. М. М. Федорова, на Донецком машиностроительном заводе им. Ленинского комсомола Украины (им. ЛКУ), Ново-Краматорском машиностроительном заводе им. В. И. Ленина (НКМЗ), в Управлении округов Госгортехнадзора СССР: Кузнецком, Печорском, Воркутинском; в производственных объединениях по добыче угля: Карагандауголь, Воркутауголь, Кузбассуголь, в Государственном шахтоспецмонтажном тресте Ворошиловградуглеавтоматика и Управлении наладочных работ производственного объединения Укрзападуголь.

Указанные организации и предприятия прислали ценные и существенные замечания и предложения, многие из которых учтены во втором издании Руководства.

# 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

## 1.1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕВИЗИИ И НАЛАДКИ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Все вновь монтируемые и реконструируемые шахтные подъемные установки независимо от их назначения, типа и места установки перед вводом в эксплуатацию должны быть подвергнуты ревизии, наладке и испытанию.

Ревизию, наладку и испытание эксплуатируемых подъемных установок производят в соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах (ПБ) и Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт (ПТЭ) специализированные наладочные бригады один раз в год по графикам, согласованным с шахтами, производственными объединениями по добыче угля и местными органами Госгортехнадзора. Электрическая часть и аппаратура автоматизированных подъемных установок подлежит ревизии и наладке через 6 мес.

Наладочные работы производятся с целью:

проверки соответствия установки проекту, ПБ, ПТЭ, Правилам устройства электроустановок (ПУЭ);

устранения обнаруженных дефектов и выявленных отклонений от проекта действующих правил, инструкций и нормативов;

обеспечения бесперебойной и безаварийной работы подъема;

улучшения технико-экономических показателей подъемной установки (увеличения срока службы оборудования, повышения производительности, снижения расхода электроэнергии и пр.) путем модернизации оборудования на основе последних технических достижений;

проверки соблюдения обслуживающим персоналом ПБ, ПТЭ, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, действующих инструкций и нормативов;

инструктирования обслуживающего персонала по правильному уходу и эксплуатации подъемной установки.

В наладочных работах на установке принимает участие шахтный персонал, закрепленный за наладочной бригадой на весь период работ.

Наладочные работы на установке осуществляют в соответствии с графиком проведения ревизии, наладки и испытания подъемной установки, составленным и согласованным с главным механиком предприятия и лицом, ответственным за эксплуатацию подъемной установки и утвержденным руководством шахты.

Объем выполняемых работ и их периодичность приведены в табл. 1.1.

Одновременно с ревизией и наладкой шахтный персонал производит маркшейдерскую проверку копровых шкивов, копра и установки подъемной машины в соответствии с требованиями ПТЭ.

При вводе в эксплуатацию новых подъемных машин, кроме перечисленных выше работ, необходимо произвести:

1) проверку фундамента до начала монтажа и в процессе монтажа;

2) проверку геометрической правильности установки машины, горизонтальности валов и подшипников (производится маркшейдером шахты);

3) маркшейдерскую проверку правильности установки копровых шкивов и определение углов девиации каната (производится маркшейдером шахты); для многоканатных машин — проверку соотношения геометрических элементов в объеме, регламентированном методическими указаниями ВНИМИ;

4) испытание электрооборудования в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок;

5) прокручивание машины, обкатку ее на холостом ходу и под нагрузкой продолжительностью 72 ч, после чего повторно осмотреть копровые шкивы, орган навивки, тормозные устройства, валы и подшипники, соединительные муфты,

Таблица 1.1

| Наименование работ | Периодичность производства работ |
|---|---|
| Проверка наличия и состояния технической документации | Один раз в год |
| Проверка состояния копровых шкивов | То же |
| Проверочный расчет запаса прочности подъемных канатов | » |
| Проверка состояния прицепных устройств (совместно с энергомеханической службой шахты) | » |
| Проверка состояния парашютных устройств (совместно с энергомеханической службой шахты) | » |
| Проверка состояния органа навивки и крепления каната к барабану | » |
| Ревизия и наладка механизма перестановки барабанов | » |
| Ревизия и наладка исполнительного органа тормоза и устройств управления рабочим и предохранительным торможением | » |
| Проверочный расчет тормозов | При вводе машины в эксплуатацию и каждый раз при изменении концевой нагрузки |
| Ревизия тормозных цилиндров: | |
| 1) машин с грузовым приводом тормоза | Один раз в год |
| 2) машин с грузогидравлическим приводом тормоза | То же |
| 3) машин с пружинным и пружинно-грузовыми приводами тормоза | При вводе машины в эксплуатацию или при неудовлетворительной работе, но не реже одного раза в 5 лет |
| 4) машин с грузопневматическим приводом тормоза: | |
| цилиндр рабочего торможения | При вводе машины в эксплуатацию или при неудовлетворительной работе, но не реже одного раза в 5 лет |
| цилиндр предохранительного торможения | Один раз в год |
| Испытание тормозной системы в соответствии с требованиями ПБ и ПТЭ | Один раз в год и каждый раз после изменения концевой нагрузки, замены или ремонта тормозной системы |
| Ревизия воздушной (масляной) системы тормозных устройств | Один раз в год |
| Ревизия и наладка валов и подшипников: | |
| приводного и промежуточного валов редуктора и электродвигателя коренной части | То же |
| | При показателях неудовлетворительной работы |
| Ревизия и наладка соединительных муфт и проверка соосности (центровки) валов: | |
| двигатель—редуктор | Один раз в год |

Продолжение табл. 1.1

| Наименование работ | Периодичность производства работ |
|---|---|
| редуктор—барабан | При вводе машины в эксплуатацию, после каждой замены соответствующего оборудования или ремонта его подшипников или при наличии показателей неудовлетворительной работы |
| Ревизия и наладка редуктора (без вскрытия крышки) | Один раз в год |
| Ревизия и наладка редуктора (со вскрытием крышки) | При вводе машины в эксплуатацию или при наличии показателей неудовлетворительной работы |
| Ревизия и наладка указателей глубины | Один раз в год |
| Ревизия и наладка системы смазки | То же |
| Ревизия и наладка высоковольтного распредустройства, установленного в здании подъемной машины | » |
| Ревизия и наладка реверсора | Один раз в год |
| Ревизия и наладка низковольтного распредустройства | То же |
| Проверка подъемного электродвигателя | » |
| Проверка преобразовательного агрегата подъемных машин с приводом постоянного тока | » |
| Ревизия и наладка аппаратов управления, защиты и блокировки | » |
| Ревизия и наладка вспомогательных двигателей, генераторов и пускорегулирующей аппаратуры к ним | » |
| Проверка и наладка скоростемера и контрольно-измерительных приборов | » |
| Проверка исполнительной принципиальной схемы управления | » |
| Проверка и измерение величины сопротивления защитного заземления подъемной установки | » |
| Проверка и наладка стволовой сигнализации | » |
| Инструктаж обслуживающего персонала | » |
| Составление технического отчета | » |

редуктор, указатель глубины, двигатели, генераторы и т. п. и при необходимости произвести наладку соответствующих узлов, а также подтяжку болтов, шпилек, жимков и т. п.

## 1.2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

Руководитель наладочной бригады обязан:

1) установить назначение установки, режим работы, порядок проведения осмотров и ремонтов, паспортные данные оборудования;

2) проверить наличие и состояние технической документации.

На каждую установку должны быть следующие документы:

график работы подъема, утвержденный техническим директором шахты с указанием времени, необходимого для производства ежесуточных осмотров элементов установки;

паспорт подъемной машины и редуктора;
детальная схема тормозного устройства с указанием основных размеров;
исполнительные электрические схемы (принципиальные и монтажные);
схема парашютных устройств с контролируемыми размерами;
инструкция для машиниста подъемной установки;
прошнурованные книги: «Книга осмотра подъемных установок», «Книга осмотра подъемных канатов и их расхода», «Книга приема и сдачи смен».

Схема тормозного устройства, исполнительная электрическая схема, схема парашютных устройств и инструкция для машиниста должны быть вывешены в машинном помещении в рамках под стеклом;

3) изучить отчеты по ранее произведенным наладочным работам, выяснить неполадки, возникавшие при эксплуатации установки в межналадочный период;

4) произвести внешний осмотр подъемной машины с целью выявления возможных неполадок в работе установки;

5) проверить техническую документацию по подъемным канатам;

6) совместно с главным механиком составить и утвердить руководством шахты график наладочных работ;

7) устранить выявленные дефекты. В случае невозможности устранения обнаруженных дефектов силами наладочной бригады необходимо разработать конкретные технические мероприятия и включить их в план ремонта данной подъемной установки;

8) при обнаружении неисправностей, могущих привести к аварии, и невозможности их немедленного устранения поставить об этом в известность руководство шахты, производственное объединение, представителя госгортехнадзора и произвести запись об этом в «Книге осмотра подъемной установки»;

9) все изменения в конструкцию машины вносить в соответствии с «Положением о порядке изменения конструкций отдельных экземпляров оборудования, используемого по назначению на угольных и сланцевых шахтах Минуглепрома СССР»;

10) по результатам ревизии, наладки и испытания составить технический отчет в двух экземплярах. Один экземпляр технического отчета вручается шахте, другой хранится в наладочной организации. При наладке автоматизированных установок и установок с приводом постоянного тока в отчете привести данные величин установочных сопротивлений, характерные величины напряжений, токов и уставок реле;

11) после окончания ревизии, наладки и испытания подъемной установки провести инструктаж обслуживающего персонала по эксплуатации и уходу за подъемной установкой. В процессе инструктажа ознакомить обслуживающий персонал шахты со всеми дополнениями и изменениями, произведенными на установке.

## 1.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

В соответствии с требованиями ПБ и ПТЭ после ревизии и наладки необходимо провести контрольные испытания подъемной установки комиссией в составе главного механика шахты и представителя наладочной бригады.

Главный механик шахты обеспечивает необходимый технологический режим работы установки при испытаниях, а руководитель наладочной бригады — методическое и метрологическое обеспечение проведения испытаний.

О проведении контрольных испытаний составляется протокол по установленной форме в четырех экземплярах (для шахт производственного объединения по добыче угля, РГТИ и наладочного управления), который утверждает начальник энергомеханической службы производственного объединения. Утверждение протоколов обеспечивает главный механик шахты. В протоколе фиксируются сведения о неустраненных дефектах с указанием намеченных сроков устранения и наименования организации, силами которой рекомендуется производить работы.

# 2. РЕВИЗИЯ И НАЛАДКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

## 2.1. ПОДЪЕМНЫЕ СОСУДЫ

При ревизии и наладке подъемной установки энергомеханическая служба шахты предоставляет наладочной бригаде технические паспорта на подъемные сосуды и противовесы, на основании которых заполняются соответствующие формуляры «Единых форм технической документации по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок». При наличии изменений в конструкции подъемных сосудов и противовесов шахта должна иметь документ согласования этих изменений с проектной организацией и заводом-изготовителем.

При проверке паспорта на противовес и клети обратить особое внимание на соответствие массы противовеса и количества людей в клети требованиям ПБ.

## 2.2. ПОДВЕСНЫЕ (ПРИЦЕПНЫЕ) УСТРОЙСТВА

При ревизии и наладке подъемных установок энергомеханическая служба шахты предоставляет наладочной бригаде технические паспорта, акты проверки прицепных устройств неразрушающими методами контроля и акты их испытаний. При проверке технической документации особое внимание обратить на срок службы прицепного устройства и соответствие фактической и допустимой нагрузок на прицепное устройство. Фактическая нагрузка не должна превышать допустимую, приведенную в паспорте. Срок службы прицепного устройства не должен превышать указанного в ПБ.

При ревизии и наладке подъемной установки необходимо проверить наличие:

двойной независимой подвески клети для людских и грузолюдских одноканатных подъемов. Если в качестве рабочей применяется только одна подвеска, то должна быть вторая — предохранительная. Предохранительная подвеска для противовеса не обязательна;

двойной сцепки для состава вагонеток, служащего для перевозки людей;

приспособления, надежно закрывающего зев крюка во время движения бадьи и исключающего ее самопроизвольную отцепку (для проходческих грузолюдских установок);

контрольной петли каната для контроля проскальзывания его в месте крепления к коушу (для людских и грузолюдских одноканатных подъемов).

## 2.3. ПАРАШЮТНЫЕ УСТРОЙСТВА

При ревизии и наладке подъемной установки энергомеханическая служба шахты предоставляет наладочной бригаде техническую документацию на парашютные устройства:

заводской техпаспорт;

акт испытаний;

схему парашюта с контролируемыми размерами;

акт проверки парашютного устройства неразрушающими методами контроля.

При проверке технической документации особое внимание обратить на своевременность проведения осмотров и испытаний в соответствии с требованиями ПБ.

Для парашютных устройств, работающих с захватом за два тормозных каната, наладочная бригада совместно с энергомеханической службой шахты производит контрольную проверку технического состояния узлов и деталей парашютного устройства с обязательным измерением контролируемых зазоров.

Результаты проверки оформляют актом утвержденной формы.

## 2.4. ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ

При ревизии и наладке подъемной установки необходимо проверить:

1) техническую документацию на канаты;

а) акт — сертификат;

б) свидетельство об испытании каната;

в) «Книгу записей осмотра подъемных канатов и их расхода»;

2) запас прочности каната согласно ПБ;

3) отношение наименьшего диаметра органа навивки, канатоведущего или копрового шкива к диаметру каната, которое должно быть не менее:

120 — для одноканатных подъемных машин со шкивом трения;

90 — для многоканатных подъемных машин с отклоняющими шкивами;

79 — для направляющих шкивов и барабанов подъемных установок на поверхности и многоканатных установок без отклоняющих шкивов;

60 — для направляющих шкивов и барабанов подземных машин и лебедок, а также для машин и лебедок, используемых на проходке;

50 — для передвижных подъемных машин, направляющих шкивов и барабанов лебедок породных отвалов и откаточных лебедок.

Для передвижных, вспомогательных и маневровых лебедок, а также для направляющих шкивов наклонных подъемных установок при угле обхвата шкива до 15° указанное отношение не ограничивается;

4) равномерность натяжения головных канатов на многоканатных подъемных установках. Проверку производит энергомеханическая служба шахты методом измерения времени распространения бегущей волны и инструментальным методом:

**а) метод измерения времени распространения бегущей волны.**

Подъемный сосуд, навешенный на ветви, противоположной отклоняющему шкиву, установить в нижнее крайнее положение ствола. После успокоения колебаний канатов толкнуть один из них рукой ниже канатоведущего шкива, одновременно включить секундомер другой рукой. После толчка руку оставить на канате. В тот момент, когда отраженная волна возвратится назад, остановить секундомер. Аналогичные измерения провести для всех канатов.

Чем больше натяжение каната, тем меньше время распространения бегущей волны. Натяжение каждого каната ($T_1$, $T_2$ и т. д.) может быть определено по формуле (Н)

$$T_i = q_\Gamma \left(1 - \frac{S}{100}\right)\left(\frac{4H^2}{gt_i^2} + \frac{gt_i^2}{64} - \frac{H}{2}\right), \qquad (2.1)$$

где $q_\Gamma$ — вес 1 м каната, Н/м; $S$ — среднее значение относительной потери сечения металла каната, измеренное инструментально, %; $H$ — длина каната, м; $g = 9{,}81$ — ускорение свободного падения, м/с$^2$; $t_i$ — время распространения бегущей волны, измеренное секундомером, с.

Величину (м), на которую следует укоротить канат, определяют по формуле

$$\Delta H = \frac{H(T_{\text{ср}} - T_i)}{EA}, \qquad (2.2)$$

где $T_{\text{ср}}$ — среднее натяжение канатов, равное суммарному натяжению всех канатов, деленному на число их; $A$ — суммарная площадь сечения всех проволок каната, см$^2$; $E$ — модуль упругости для уже обтянутых после первоначального удлинения канатов, Н/см$^2$, равный: $1{,}20\times10^6$ — для круглопрядных канатов; $1{,}30\times10^6$ — для трехграннопрядных канатов; $1{,}50\times10^6$ — для канатов закрытой конструкции.

Для необтянутых канатов $E$ следует принимать на 15 % меньшим;

б) метод инструментального контроля натяжения канатов.

Для инструментального контроля натяжения канатов применяют стационарные или съемные динамометры, измерители натяжения канатов. Измерение этими устройствами производят в соответствии с приложенными к ним инструкциями или инструкцией завода-изготовителя подъемной машины.

Если относительная перегрузка одного из канатов в нижнем положении подъемных сосудов превышает 15 % или в верхнем 25 %, то подъемная установка должна быть остановлена для регулировки распределения нагрузки на канаты.

## 2.5. КОПРОВЫЕ И ОТКЛОНЯЮЩИЕ ШКИВЫ

При ревизии копровых и отклоняющих шкивов необходимо проверить:

1) своевременность осмотров, которые согласно ПБ должны производиться ежесуточно механиком подъема или лицом, назначенным для этой цели;

2) наличие акта маркшейдерской проверки правильности установки шкивов барабанных машин по отношению к оси ствола и оси подъема, а также вертикальность средней плоскости их желобов и горизонтальность осей вращения или акта проверки правильности установки отклоняющих шкивов многоканатных машин относительно оси машины и проводников подъемных сосудов в стволе. Проверку производит согласно ПТЭ главный маркшейдер шахты не реже одного раза в год. При неудовлетворительных результатах проверки главный механик шахты должен принять меры для улучшения установки шкивов;

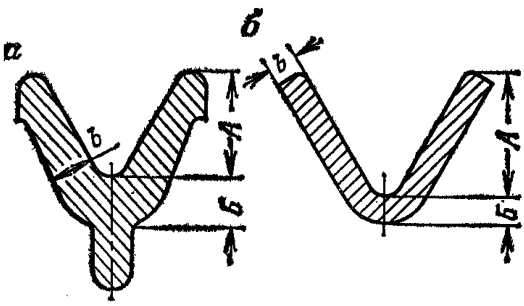



Рис. 2.1. Контролируемые размеры сечения обода копрового шкива (между спицами): *а* — литой конструкции; *б* — штампованной конструкции

3) наличие записей в «Книге осмотра подъемной установки» результатов осмотра шкивов. Для копровых шкивов с литыми или штампованными ободами, работающих без футеровки, должны быть зарисовки наиболее изношенного места сечения шкива. Замер износа и составление эскизов производит главный механик шахты или его помощник перед навеской каната и в дальнейшем не реже одного раза в квартал;

4) шпоночные, болтовые, заклепочные соединения и сварные швы. Проверку производят внешним осмотром и остукиванием соединений молотком. Слабые

Таблица 2.1

| Диаметр шкива, м | Высота реборды (размер *А*), мм | | Толщина, мм | | | | Допустимые величины биения обода, мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | обода (размер *Б*) | | реборд (размер *b*) | | |
| | Н | И | Н | И | Н | И | |
| **Шкивы литой конструкции** | | | | | | | |
| 1,25 | 40 | 90 | 100 | 50 | 22 | 11 | 2 |
| 1,6 | 50 | 82,5 | 66 | 32,5 | 22 | 11 | 2 |
| 2,0 | 65 | 110 | 90 | 45 | 32 | 16 | 3 |
| 2,5 | 80 | 127,5 | 95 | 47,5 | 32 | 16 | 3 |
| 3,0 | 95 | 147,5 | 105 | 52,5 | 40 | 20 | 3 |
| 4,0 | 120 | 185,0 | 130 | 65,0 | 48 | 24 | 8 |
| **Шкивы штампованной конструкции** | | | | | | | |
| 4,0 | 145 | 160 | 30 | 15 | 30 | 15 | 3 |
| 4,0 | 145 | 160 | 30 | 15 | 30 | 15 | 12 |
| 5,0 | 170 | 185 | 30 | 15 | 30 | 15 | 18 |

Примечания: 1. Радиальное и торцовое биение шкива одинаковы, поэтому допуск в таблице указан одной цифрой. 2. Н — данные относятся к новому шкиву. 3. И — допустимая величина износа по наибольшему допустимому размеру.

или плохо затянутые шпонки, болты и заклепки издают глухой или дребезжащий звук. При обнаружении дефектов шкив подлежит ремонту по согласованию с проектной организацией или заводом-изготовителем;

5) высоту реборды копровых шкивов над верхней частью каната, которая должна быть не менее 1,5 диаметра каната;

6) износ обода и реборды (для нефутерованных копровых шкивов). Величины износа можно определить либо непосредственным замером с помощью кронциркуля, либо с помощью специальных приспособлений с последующим сравнением результатов измерений с данными, приведенными в табл. 2.1 и на рис. 2.1;

7) отсутствие биения и смещения обода. При проверке обратить особое внимание на отсутствие искривлений спиц и вибраций каната, видимых осевых и радиальных биений шкива. При биениях, вызывающих вибрацию каната, шкив должен быть заменен новым;

8) смазку и соответствие ее сорта рекомендациям завода-изготовителя;

9) соответствие футеровки требованиям ПТЭ:

а) сегменты футеровки должны прикрепляться, чтобы на кромках желоба футеровки не было никаких соединительных частей, которые при нарушении их прикрепления могут попасть в желоб под канат; крепление футеровки проверяют еженедельно;

б) сегменты подлежат замене новыми при изношенности их в глубину на один диаметр каната (без учета первоначального углубления), на сторону — на половину диаметра, либо при остаточной высоте футеровки в результате ее износа, равной или меньше 0,75 диаметра каната.

## 2.6. БАРАБАНЫ И КАНАТОВЕДУЩИЕ ШКИВЫ

### 2.6.1. Барабаны цилиндрические и бицилиндроконические

При ревизии барабанов необходимо проверить:

1) фактическую величину максимального статического натяжения ветви каната и максимальную разность статических натяжений ветвей канатов, которые не должны превышать значений, приведенных в паспорте машины.

При одноконцевом подъеме фактическое максимальное натяжение ветви каната не должно превышать разность статических натяжений канатов.

Если одна из этих величин превышает допустимую, то шахте необходимо решить вопрос об уменьшении концевой нагрузки или согласовать с заводом-изготовителем возможность увеличения допустимой нагрузки до каталожных данных;

2) состояние обечайки. При наличии на обечайке небольших трещин концы их засверлить. При значительных трещинах (длиной 200 мм и более) способ усиления обечайки или ремонт барабана должен быть согласован с заводом-изготовителем или проектной организацией;

3) состояние заклепочных, болтовых и сварных соединений (см. 2.5);

4) состояние шпоночных соединений у заклиненного барабана. Проверку произвести простукиванием шпонок молотком, а также визуально, для чего затормозить машину, и, включая и реверсируя электродвигатель, проследить за смещением ступицы барабана относительно вала. При обнаружении слабины шпонку туго забить и зафиксировать. Деформированные шпонки заменить. Смещение барабана в осевом направлении относительно коренного вала не допускается;

5) состояние реборд. Они не должны иметь трещин, а внутренняя сторона их должна быть ровной без уступов и вмятин. При наличии более одного слоя навивки каната на барабан реборда должна выступать над верхним слоем каната не менее чем на 2,5 его диаметра;

6) соответствие числа слоев навивки каната требованиям ПБ и ПТЭ;

7) состояние стопорных устройств (форкопфы), их крепление к фундаменту или раме, отсутствие трещин и деформаций в тягах, совпадение с плоскостью реборды, легкость вращения регулировочных втулок (муфт) и состояние опорных болтов и гаек;

8) состояние футеровки. При наличии местных провалов футеровки, а также при износе ее до головок крепящих болтов футеровку необходимо заменить;

9) состояние желобов на конической части бицилиндроконического барабана. Не допускаются к эксплуатации желоба с трещинами, деформированные или изношенные более чем на 20 % первоначальной (проектной) толщины. Особое внимание следует обратить на состояние желобов в месте перехода каната с переставной части на заклиненную. При неудовлетворительном состоянии желобов в этом месте возможно соскальзывание каната на коническую часть. Желоб для каната в этой части должен быть выполнен в строгом соответствии с рекомендацией завода-изготовителя;

10) наличие смазки ступиц перестановки барабана;

11) наличие зазора между валом и втулкой перестановки барабана. При зазоре, превышающем величину, указанную ниже, произвести подтяжку втулок

| Диаметр коренного вала, мм | 50—120 | 120—260 | 260—500 | 500—800 | Свыше 800 |
|---|---|---|---|---|---|
| Максимально допустимый зазор, мм | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2,0 |

(для машин с шаровыми втулками), если это возможно, либо заменить втулку. После замены вкладышей или регулировки зазоров проверить вращение переставного барабана на валу, для чего рассоединить барабаны и закрепить переставной барабан стопорным устройством. При вращении заклиненного барабана вал должен свободно проворачиваться в ступицах переставного барабана. Необходимо помнить, что если зазоров во вкладышах нет или они очень велики, может произойти не только местный нагрев, но и интенсивное истирание металла, сопровождающееся задирами и иногда вызывающее выход вкладышей из строя;

12) величину зазора между роликами и опорными венцами роликоопор (подшипника качения). У роликоопор этот зазор должен быть в пределах 0,2—0,3 мм для новых машин и не более 0,8 мм — для машин, находящихся в эксплуатации;

13) состояние крепления конца каната в барабане. Проверить ключом затяжку жимков, крепящих канат, а также соответствие диаметра жимков диаметру каната.

### 2.6.2. Канатоведущие шкивы

При ревизии канатоведущих шкивов необходимо проверить:

1) наличие акта маркшейдерской проверки правильности установки канатоведущего шкива относительно отклоняющих шкивов и проводников подъемных сосудов в стволе;

2) состояние сварных, болтовых и шпоночных соединений (см. 2.5);

3) отсутствие трещин, погнутости, вмятин и других дефектов на ступицах, спицах, оболочках, ребордах и других деталях канатоведущего шкива;

4) состояние футеровки. Вновь набранную футеровку проточить специальным приспособлением на глубину не менее половины диаметра каната. Необходимость проточки определяется разностью диаметров канавок под канаты. Эта разность должна быть не более 0,5 мм и обеспечивать нормальную работу балансиров подвесного устройства подъемного сосуда. Изменение угла наклона балансира при движении подъемного сосуда по стволу вызывается разностью диаметра канавок под канаты на канатоведущем шкиве. Футеровка подлежит замене, если остаточная высота ее в результате износа окажется равной 0,75 диаметра каната.

## 2.7. МЕХАНИЗМЫ ПЕРЕСТАНОВКИ БАРАБАНОВ

### 2.7.1. Червячные механизмы перестановки

При ревизии и наладке червячных механизмов перестановки (рис. 2.2) необходимо проверить:

1) состояние деталей и их смазки: особое внимание обратить на состояние червяков, червячного колеса и стяжного механизма. Зубья червячной пары и шар-

нирные соединения механизма перестановки должны быть обильно смазаны;

2) легкость включения и выключения механизма перестановки, для чего произвести перестановку барабанов согласно 2.7.4. При этом, вращая штурвал *3* в разных направлениях, ввести два-три раза в зацепление и вывести из зацепления червяка с червячным колесом, контролируя глубину захода червяков в червячное колесо на полную высоту зуба, состояние нарезки в винтовом механизме *4*, состояние тангенциальных шпонок червячного колеса *1*, отсутствие люфтов в месте посадки рычагов *2* относительно осей *5*, крепление осей *5* в спицах холостого барабана. После проверки положения червяков регулировочную муфту стяжного механизма надежно закрепить контргайкой и освободить переставной барабан от стопорного устройства.

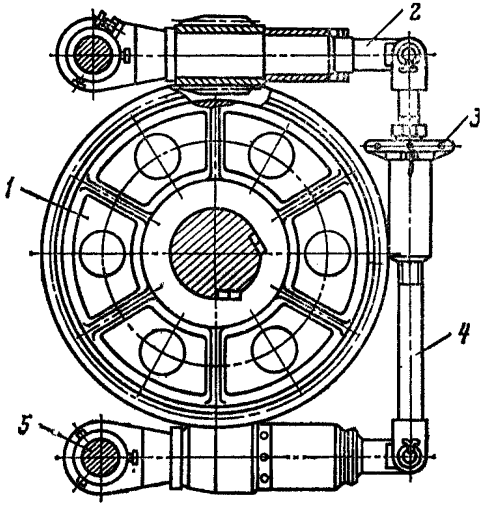


Рис. 2.2. Червячный механизм перестановки

## 2.7.2. Зубчатые рычажные механизмы перестановки

Зубчатое колесо *7* (рис. 2.3) приводится в движение выносным пневматическим цилиндром *3* двухстороннего действия через шток *4*. Усилие от цилиндра механизма перестановки передается зубчатому колесу через рычаг *10*, вал *12*, вилку *13* и хомут *6*.

Кран механизма перестановки (рис. 2.4), связанный с рукояткой управления механизмом перестановки, может занимать три положения:

I — рабочее соответствует нормальной работе машины. Рукоятка управления находится в крайнем к машинисту положении. Муфта включена. Обе полости цилиндра перестановки, золотниковый упор на кране перестановки и блокировочный клапан соединены с глушителем. Цилиндр рабочего тормоза переставного барабана соединяется с регулятором давления, а цилиндр предохранительного тормоза — с трехходовым краном.

II — начало перестановки. Машина тормозится рабочим тормозом. Рукоятка перестановки переводится в крайнее положение от себя. Золотниковый упор вследствие наличия скоса допускает поворот рычага крана с пробкой на 100°. Сжатый воздух через трехходовой кран по отверстию в центре золотника крана перестановки поступает в переднюю полость цилиндра перестановки. Происходит выключение муфты (сечение *А—А*). Задняя полость этого цилиндра, а также цилиндр предохранительного тормоза переставного барабана соединены с глушителем. Цилиндр рабочего тормоза соединен через трехходовой кран с воздухосборником (сечение *Б—Б*). Регулятор давления от цилиндра рабочего тормоза переставного барабана отсоединяется (сечение *В—В*).

III — включение муфты. Для включения муфты рукоятку перестановки перевести в среднее положение. При этом пробка крана повернется на 40° от предыдущего положения. Дальнейшему передвижению рукоятки препятствует золотниковый упор на кране перестановки. Задняя полость цилиндра перестановки соединяется с воздухосборником (сечение *А—А*), а передняя полость — с глушителем, муфта включается. Цилиндр рабочего тормоза переставного барабана остается соединенным с воздухосборником, а цилиндр предохранительного тормоза — с глушителем.

Рукоятку перестановки нельзя переводить в начальное положение до тех пор, пока муфта не включится полностью. При полном включении муфты зуб запорного устройства механизма перестановки опустится под действием грузика

в прорезь планки на главном рычаге механизма перестановки, а хвостовик запорного рычага отожмет шток блокировочного клапана и впустит воздух в золотниковый упор. Давление воздуха преодолеет силу пружины золотникового упора, отожмет его и освободит рычаг крана, давая возможность перевести рукоятку в начальное положение.

Таким образом, механическая блокировка между рукоятками управления не позволяет оттормозить машину пока муфта не включится полностью.

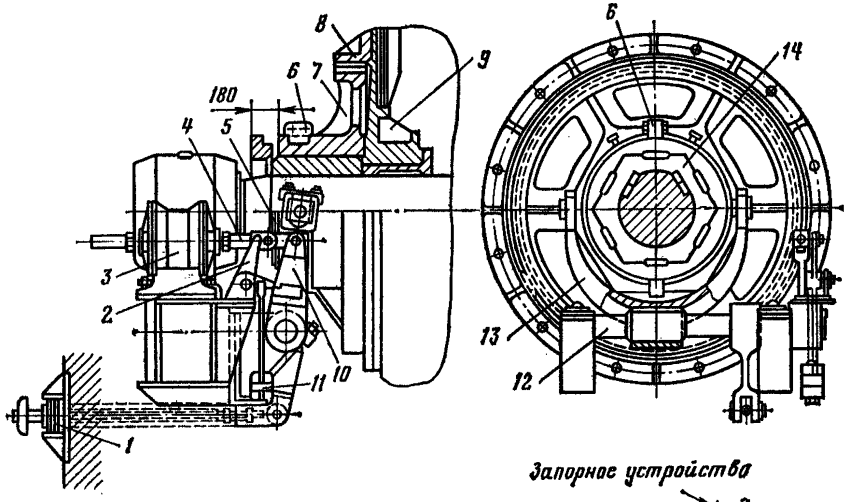
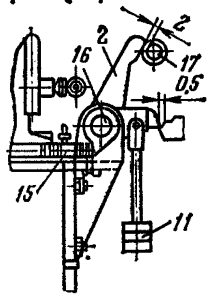



**Рис. 2.3. Зубчатый рычажный механизм перестановки:**

*1* — буферное устройство; *2* и *10* — рычаги; *3* — цилиндр; *4* — шток; *5* — тяга; *6* — хомут; *7* — зубчатое колесо; *8* — зубчатый венец; *9* — ступица барабана; *11* — груз; *12* — вал; *13* — вилка; *14* — шестигранник; *15* — блокировочный палец; *16* — шарнир; *17* — палец

*Запорное устройство*




Запорное устройство предохраняет от самопроизвольного выхода муфты из зацепления и состоит из запорного рычага *2* (см. рис. 2.3), шарнирно укрепленного на постаменте машины, и планки, приваренной к главному рычагу *10* механизма перестановки. К запорному рычагу подвешен груз *11*. При рассоединении барабанов запорный рычаг *2* выводится из прорези планки роликом, укрепленным на штоке *4* цилиндра *3*. Тяга *5*, соединяющая шток цилиндра с главным рычагом механизма перестановки, имеет в соединении с главным рычагом длинную прорезь, которая предназначена для того, чтобы выведение муфты перестановки наступало, когда запорный рычаг *2* будет выведен из прорези планки.

Для смягчения возможных ударов при выключении муфты предусмотрено буферное устройство *1*, которое воспринимает усилие цилиндра перестановки в выключенном состоянии муфты и этим разгружает хомут на муфте.

При включенном состоянии муфты воздух из цилиндра перестановки выпускается, что также разгружает хомут. Это уменьшает износ хомута и исключает возможность его заедания.

При ревизии и наладке рычажных механизмов перестановки необходимо проверить:

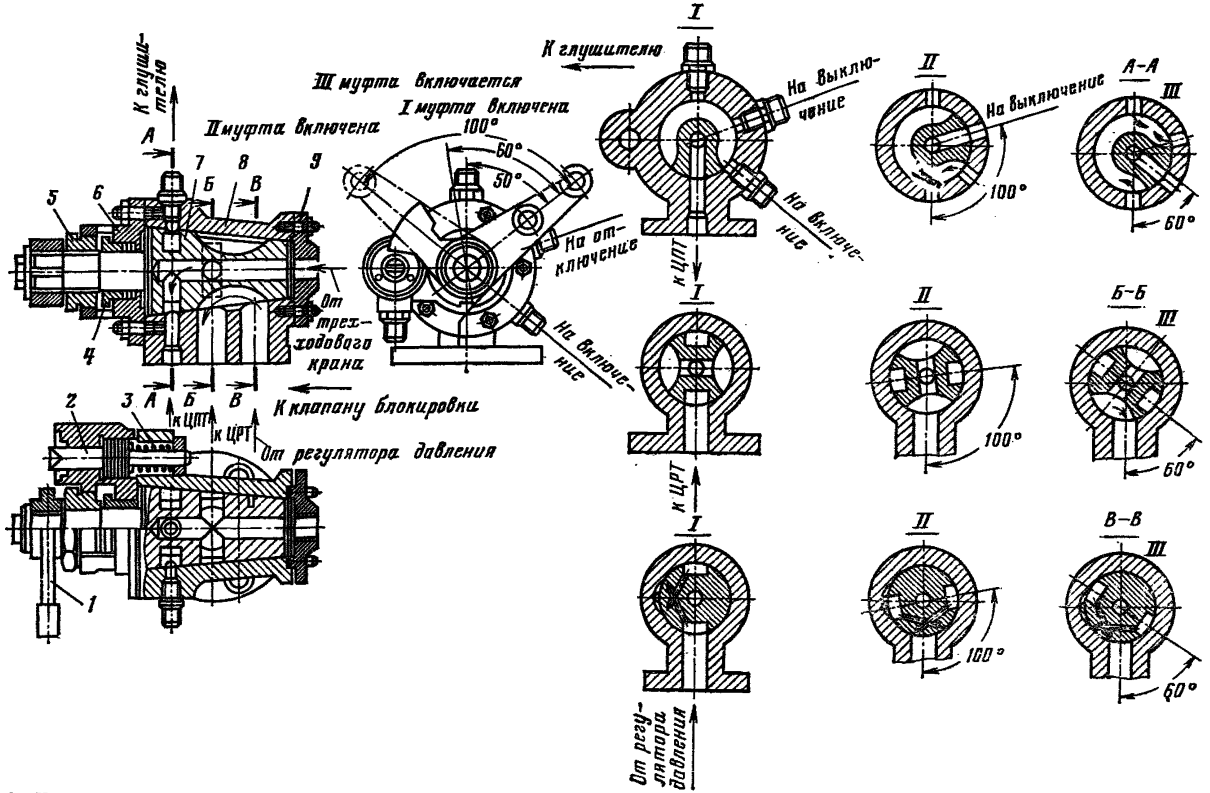



**Рис. 2.4. Кран механизма перестановки:**

*1* — рычаг; *2* — золотниковый упор; *3* — пружина; *4* — нажимная гайка; *5* — регулировочная гайка; *6* и *9* — крышки; *7* — пробка; *8* — корпус

1) отсутствие утечек воздуха из цилиндра механизма перестановки. При наличии утечек подтянуть сальники (манжеты) на поршне и на штоке или заменить сальники (манжеты) новыми;

2) состояние смазки механизма перестановки. Все смазочные устройства должны быть обеспечены густой смазкой согласно рекомендациям завода-изготовителя. Кроме того, должны быть обильно смазаны поверхности и торцы зубьев муфты и венца, грани шестигранника. Хомут на муфте и ступицы переставного барабана должны смазываться не реже одного раза в сутки и перед каждой перестановкой барабанов;

3) правильность крайних положений поршня. Если при включении и выключении муфты поршень стучит в крышки цилиндра, проверить правильность установки цилиндра. Нормальный зазор между поршнем и передней крышкой цилиндра при полностью включенной муфте равен 2—3 мм. Кроме того, проверить регулировку буферного устройства, обеспечивающего упор муфты в крайних ее точках;

4) состояние зубьев. Износ зубьев по толщине более 15 % не допускается;

5) состояние запорного устройства. Зазор между запорным рычагом и планкой при включенной муфте должен быть 0,5 мм, а между запорным рычагом и роликом — 2 мм (см. рис. 2.3). Если зазоры не выдержаны, необходимо довести их до норм;

6) работу блокировочного клапана и золотника крана механизма перестановки. При наличии утечек воздуха через кран механизма перестановки необходимо подтянуть его пробку, но так, чтобы ход рукоятки механизма перестановки не был чрезмерно тугим. Если подтяжкой пробки устранить утечки воздуха не удается, необходимо притереть пробку специальной пастой;

7) четкость работы механизма перестановки, для чего произвести перестановку барабанов согласно 2.7.4.

Если муфта плохо выключается или совсем не выключается, то проверить нет ли заеданий на гранях шестигранника или на зубьях венца муфты. При наличии заеданий устранить их, промыть и смазать шестигранник и зубья. В связи с износом вкладышей переставного барабана возможно проседание его и зависание на зубьях муфты. В этом случае муфта также может не выключиться. Указанный дефект устранить заменой вкладышей.

## 2.7.3. Зубчатые безрычажные механизмы перестановки

### 2.7.3.1. Зубчатые безрычажные механизмы перестановки НКМЗ (рис. 2.5)

На лобовине переставного барабана закреплен зубчатый венец *7*. Зубчатое колесо *3* жестко посажено на вал. Соединение обоих зубчатых венцов осуществляется наружным зубчатым венцом *6*, соединенным с крышкой *5*. Выключение муфты (выведение венца *6* из зацепления с венцом *7*) осуществляется тремя цилиндрами *4*. Воздух в цилиндры подается через головку подвода воздуха *1*, по осевому и радиальному каналам в коренном валу. Ограничение хода муфты при выключении осуществляется гайками на шпильках *10*. Ход муфты должен составлять 80 мм. Включение муфты осуществляется при выпуске воздуха из цилиндров усилием тарельчатых пружин *9*, которые собраны в трех пружинных блоках по 38 штук в каждом.

Безрычажный механизм перестановки снабжается блокировочным устройством пружинного типа (рис. 2.6). Управление цилиндрами перестановки осуществляется краном механизма перестановки (см. рис. 2.4), а для машин выпуска с 1963 г. — воздухораспределительным клапаном с электропневматическим вентилем. Блокировочное устройство механизма перестановки с электроклапанным управлением отличается от изображенного на рис. 2.6 тем, что упор воздействует не на пневматический клапан, а на конечный выключатель.

При ревизии и наладке безрычажного механизма перестановки необходимо проверить:

1) отсутствие утечек воздуха (при необходимости — заменить манжеты);

2) состояние смазки (см. 2.7.2);

3) затяжку пружин. Величина затяжки должна быть не менее 10 мм. Сильно затянутые пружины не дадут возможности механизму перестановки полностью выключить муфту. При выключенной муфте зазор между зубчатыми венцами должен быть не менее 10 мм. Во всех случаях затяжка всех пружин

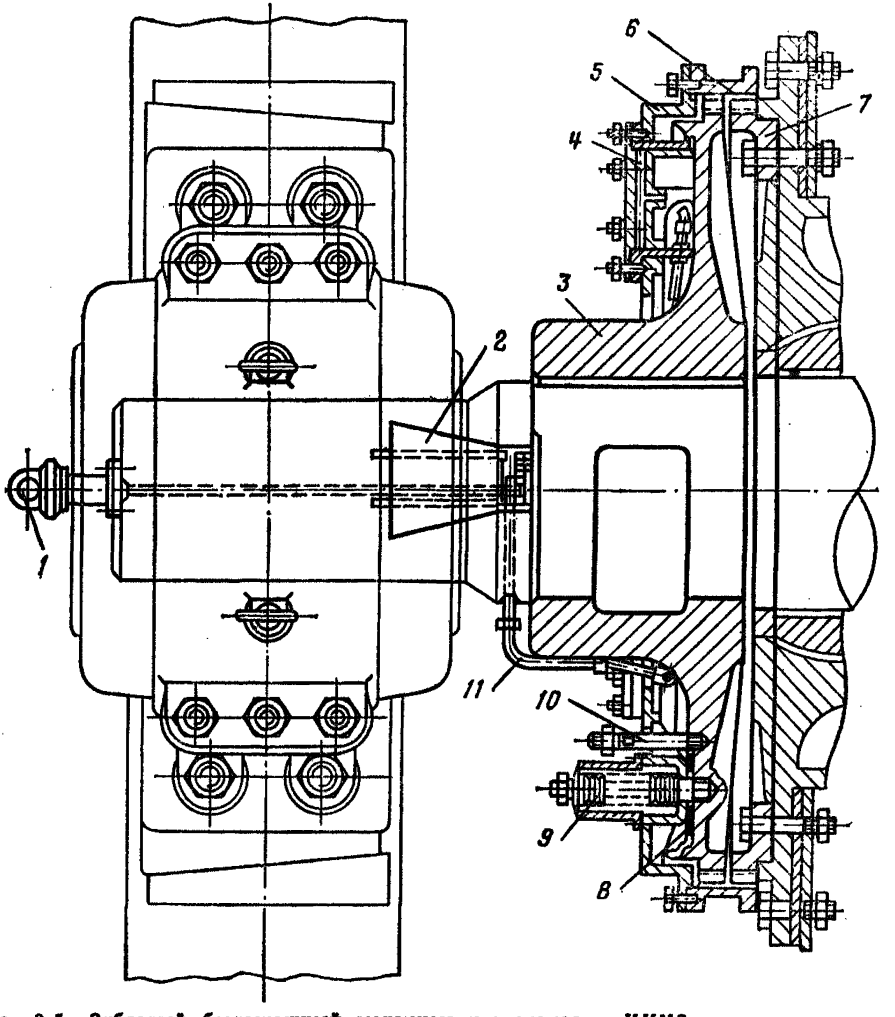



**Рис. 2.5. Зубчатый безрычажный механизм перестановки НКМЗ:**
*1* — головка подвода воздуха; *2* — блокировочное устройство; *3* — зубчатое колесо; *4* — цилиндры; *5* — крышка; *6* и *7* — зубчатые венцы; *8* — прокладки; *9* — тарельчатые пружины; *10* — шпильки; *11* — трубка

должна быть строго одинакова во избежание перекосов муфты. С течением времени пружины теряют свои эластичные свойства, вследствие чего становится невозможным их отрегулировать. Такие пружины необходимо заменить;

4) состояние зубьев (см. 2.7.2);

5) блокировочное устройство. Отрегулировать так, чтобы при включенной муфте зазор между роликом *2* (см. рис. 2.6) и крышкой *1* был равен 20 мм, а выход штока *7* блокировочного клапана — 1 мм;

6) четкость работы механизма перестановки, для чего произвести перестановку барабанов согласно 2.7.4. При этом выход муфты должен быть плавным без

перекосов и заеданий. При проверке необходимо следить, чтобы шпильки упоров и тарельчатых пружин не имели изгибов и были полностью завернуты в тело ступицы. Муфта должна включаться при давлении воздуха $3{,}92 \cdot 10^5 \div 4{,}4 \cdot 10^5$ Па. При включении не должно происходить ударов крышки о наружный венец или крышки цилиндров о поршни.

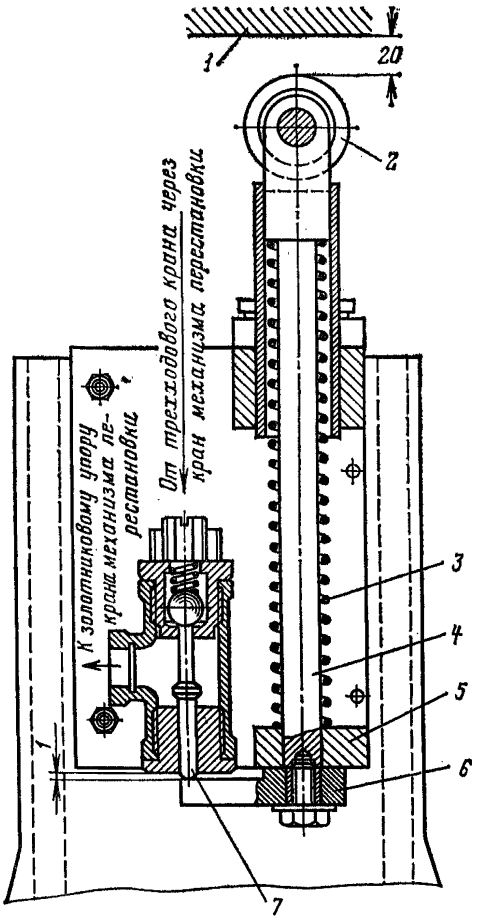



**Рис. 2.6. Блокировочное устройство пружинного типа:**

1 — крышка механизма перестановки (см. рис. 2.5 поз. *5*); *2* — ролик; *3* — пружина; *4* — шток; *5* — кронштейн; *6* — упор; *7* — шток блокировочного клапана

### 2.7.3.2. Зубчатые безрычажные механизмы перестановки на роликовых опорах (рис. 2.7)

При ревизии и наладке механизма перестановки наряду с проверками, изложенными в 2.7.3.1, необходимо дополнительно проверить осевой разбег переставной части барабана, который должен быть не более 1 мм. Регулировку величины осевого разбега для переставной части барабана произвести изменением толщины прокладок *2* между лобовиной барабана *1* и конструкцией верхней беговой дорожки роликоподшипника *3*.

Смещение барабана до плотного упора роликов в борт беговой дорожки свидетельствует о наличии значительной конусности дорожки или роликов

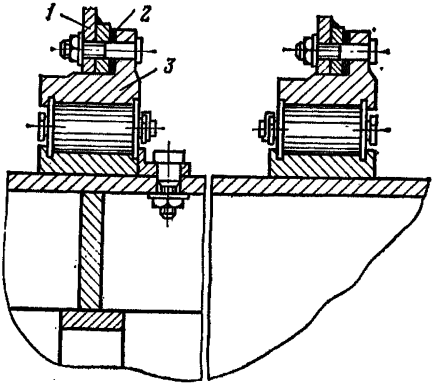



**Рис. 2.7. Роликовая опора зубчатых безрычажных механизмов перестановки**

и может вызвать повышенный износ бортов беговых дорожек. При обнаружении усиленного трения роликов о борт барабана необходимо выяснить причину этого явления и устранить ее.

### 2.7.3.3. Зубчатые механизмы перестановки барабанов завода им. ЛКУ

Зубчатый безрычажный механизм перестановки с гидравлическим приводом (рис. 2.8) имеет обойму *4*, посаженную на шлицах на главном валу. Обойма зубьями соединяется со ступицей *9* переставного барабана. Во включенном положении обойма *4* удерживается предварительно затянутыми пружинами *6* посредством болтов *5* и опорного диска *8*.

Рассоединение (выключение) механизма перестановки производится подачей масла под давлением в цилиндры *1*. При этом поршни *3* выводят обойму *4* из зацепления со ступицей *9* и одновременно сжимают пружины *6*. Переставной барабан отсоединяется от главного вала и затормаживается тормозом.

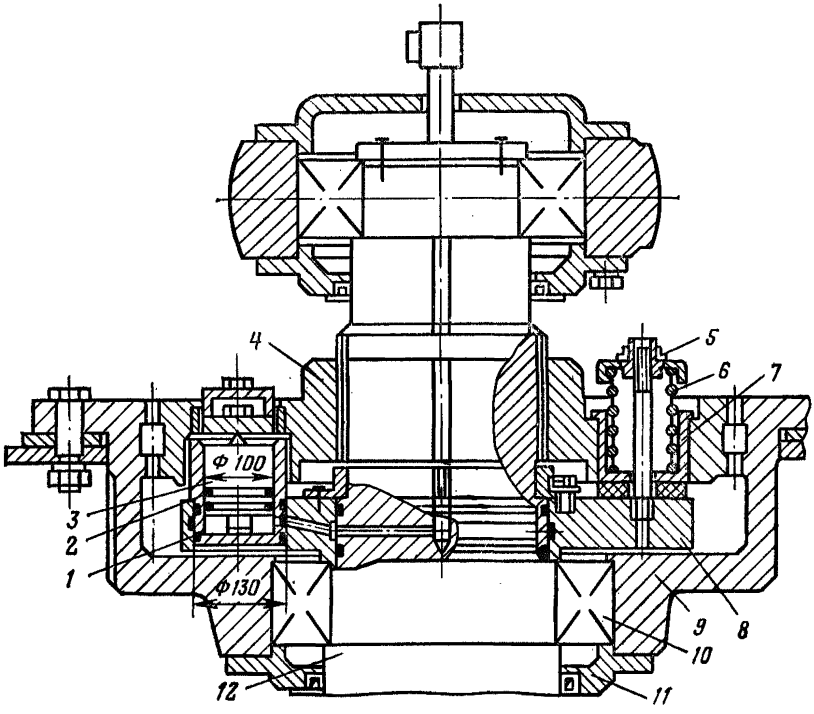



**Рис. 2.8. Зубчатый безрычажный механизм перестановки барабанов завода ЛКУ с гидравлическим приводом:**

*1* — цилиндры; *2* — манжеты; *3* — поршни; *4* — обойма со шлицами; *5* — болты; *6* — пружины; *7* — втулка; *8* — опорный диск; *9* — ступица; *10* — роликоподшипник; *11* — уплотнение; *12* — главный вал

Масло подводится через центральное сверление главного вала.

Полая ось удерживается от проворачивания держателем, закрепленным на крышке подшипника главного вала.

Механизм перестановки с пневматическим приводом (рис. 2.9) состоит из ступицы *20*, посаженной на вал по горячей посадке, запрессованных в нее трех пальцев *3*, по которым перемещается зубчатая полумуфта *1*, входящая в зацепление с зубчатым венцом *9*, который закреплен на тормозном диске переставного барабана пассованными втулками *10* и болтами *11*. Вращение передается от вала через ступицу *20*, пальцы *3*, зубчатую полумуфту *1*, зубчатый венец *9* к тормозному диску переставного барабана. Если зубчатую полумуфту *1* вывести из зацепления с зубчатым венцом, то переставной барабан освобождается и вращение от главного вала не получает. На тормозном диске закреплена также втулка *12*. Между ступицей и втулкой установлен сепаратор с роликами *13*, образующий в совокупности с наружной поверхностью ступицы и внутренней поверхностью втулки подшипник качения, на который опирается барабан. В ступице имеется шесть отверстий, которые являются пневмоцилиндрами. В цилиндрах перемещаются поршни *14*. С одной стороны цилиндры закрыты крышками *18*, через которые проходят закрепленные на поршнях штоки *16*. К штокам гайками *8* прикрепляется

зубчатая полумуфта *1*. Другие концы штоков закреплены стаканами *17*. Между стаканами и крышками *18* установлены витые цилиндрические пружины *15*, силой которых зубчатая полумуфта *1* удерживается в зацеплении с венцом *9*. Вывод зубчатой полумуфты из зацепления с венцом производится силой сжатого воздуха, который подается в цилиндры через осевое и радиальное отверстия в главном валу, затем по трубке *2* через отверстие пальца *3* и коллектор *21*. Поршни *14* и штоки *16* уплотнены резиновыми манжетами *19*.

На пальцах *3* установлены упорные шайбы *6*, ограничивающие осевое пере-

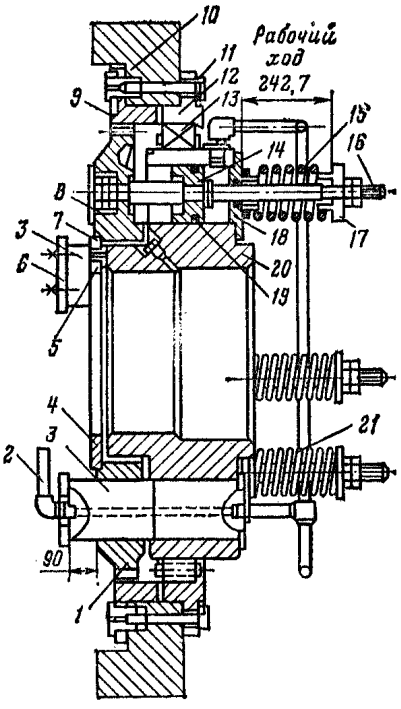



**Рис. 2.9. Зубчатый безрычажный механизм перестановки завода ЛКУ с пневматическим приводом**

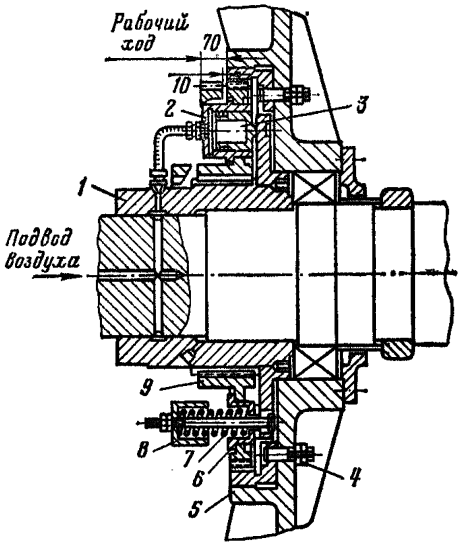



**Рис. 2.10. Зубчатый безрычажный механизм перестановки подъемных машин 2×2,5×1,2 и 2×3×1,5У;**

*1* — ступица со шлицами; *2* — цилиндры; *3* — поршни; *4* — болты; *5* — зубчатая обойма; *6* — стакан; *7* — пружина; *8* — гильза; *9* — зубчатое колесо

мещение зубчатой полумуфты *1* при выводе ее из зацепления. К зубчатой полумуфте болтами *7* прикреплено кольцо *4* с девятью резиновыми упорами *5*, которые смягчают удар зубчатой полумуфты *1* по ступице *20* при вводе ее в зацепление с венцом *9*.

Для того чтобы препятствовать растормаживанию переставного барабана в то время, когда он отсоединен от главного вала машины, применяют блокировочное устройство.

В механизмах перестановки последних конструкций машин завода ЛКУ типа 2×2,5×1,2; 2×3×1,5У и др. (рис. 2.10) вместо запрессованных в ступицу пальцев применена стальная ступица со шлицами *1*, по которой перемещается зубчатое колесо *9*. Изменена конструкция опоры переставного барабана, где сепаратор с роликами заменен подшипником качения общепромышленного изготовления.

При ревизии и наладке механизмов перестановки, изображенных на рис. 2,8—2.10, необходимо проверить:

1) отсутствие утечек масла (воздуха) (см. 2.7.3.1);

2) состояние смазки (см. 2.7.2). Шлицевое подвижное соединение (направляющие пальцы) и зубчатое зацепление механизма перестановки должны быть обильно смазаны;

3) состояние шлицевых соединений и направляющих пальцев;

4) затяжку пружин. Затяжка пружин механизма перестановки, изображенного на рис. 2.8, определяется положением втулок *7*, ограничивающих выход обоймы *4*. Зазоры между втулками и обоймой должны быть равны величине выхода обоймы и одинаковыми для всех втулок во избежание перекоса обоймы.

Для механизма перестановки, изображенного на рис. 2.10, затяжка пружин *7* определяется положением гильз *8*, ограничивающих выход зубчатого колеса *9*. Для машин 2×2,5×1,2 зазоры между гильзами *8* и стаканами *6* должны быть равны 70 мм.

Для механизма перестановки машин 2Ц-3,5×1,7А (см. рис. 2.9) затяжка пружин *15* при включенной муфте должна быть равна 67,3 мм.

При значительной усадке или поломке пружин они должны быть заменены новыми;

5) затяжку всех болтовых соединений;

6) состояние зубьев (см. 2.7.2);

7) работу механизма блокировки при перестановке. Отрегулировать его так, чтобы при включенном механизме перестановки зазор между роликом и зубчатой полумуфтой был в пределах 2,0 мм. Конечные выключатели механизма блокировки должны соответственно блокировать тормоз переставного барабана в начале выхода муфты из зацепления и разрешать включать приводной двигатель машины после входа зубчатой полумуфты в зацепление;

8) четкость работы механизма перестановки (см. 2.7.4).

При включении муфты зубья должны входить в зацепление на всю длину, а ход подвижной части должен ограничиваться буферными устройствами; резиновыми кольцами, установленными между обоймой *4* и опорным диском *8* (см. рис. 2.8) или между стаканом *17* и зубчатой полумуфтой *1* (см. рис. 2.9).

## 2.7.4. Общие указания по перестановке барабанов

Перестановка барабанов должна производиться не менее чем двумя лицами (машинистом подъема и электрослесарем или механиком подъема). При этом следует придерживаться определенной последовательности проведения всех операций:

перед перестановкой барабанов предупредить шахтный персонал на нижней и верхней (нулевой) площадках о предстоящей работе;

подъемные сосуды разгрузить;

подъемный сосуд переставного барабана установить на посадочные устройства (кулаки, посадочные брусья);

переставной барабан застопорить специальным стопорным устройством;

перед перестановкой барабанов проверить надежность работы тормозной системы и запас хода поршней до упора в дно предохранительных цилиндров. При запасе хода меньше допустимого произвести соответствующую регулировку тормоза;

после выключения механизма перестановки барабанов убедиться, что произошло полное расцепление сцепного устройства;

включить подъемный двигатель и со скоростью не более 0,3 м/с произвести проворачивание заклиненного барабана. При этом проверить отсутствие заедания во втулках (подшипниках) переставного барабана.

## 2.8. РЕДУКТОРЫ

## 2.8.1. Ревизия и наладка редуктора (без вскрытия крышки)

При ревизии и наладке редуктора необходимо проверить:

1) состояние фундамента, анкерных болтов и их затяжку, отсутствие масляных пятен и трещин в фундаменте. При обнаружении трещин необходимо через 150—200 мм установить алебастровые маяки сечением 20×10 мм и длиной не менее 30 мм в обе стороны от трещины. Разрыв маяка через 2—3 дня свидетельствует

о прогрессирующем разрушении фундамента. Попадание масла на фундамент снижает его прочность. Поэтому устранению утечек масла необходимо уделять особое внимание;

2) состояние корпуса и крышки, крепление и прилегание корпуса к фундаменту, наличие всех крепежных деталей, уплотнений по плоскости разъема, исправность маслопроводящих трубопроводов и отсутствие утечек смазки. При обнаружении отслоения фундамента от корпуса редуктора вырубить его на дефектном участке до свежего бетона и залить это место бетоном из быстросхватывающегося цемента;

3) наличие смазки (см. 2.11);

4) установку корпуса редуктора по горизонтали (для вновь монтируемых редукторов). Установить поочередно уровень на строганые части корпуса и шейки валов. При правильной установке корпус не должен иметь прогибов от затяжки анкерных болтов, а оси валов должны находиться в одной плоскости. (Допускается отклонение осей валов друг от друга не более чем на $\pm 0{,}5$ мм);

5) состояние зубьев. При осмотре зубчатых зацеплений проверить целость зубьев, износ их и состояние поверхностей. Величина износа зубьев по толщине не должна превышать 10 %. Наличие питтинга (выкрашивание металла на поверхности зубьев) не может служить причиной замены колес, если питтинг расположен у ножки зуба и занимает не более 20 % боковой поверхности его. При большой величине питтинга ножки зуба или в месте перехода его на головку зуба (что особенно опасно), а также при наличии выломанных зубьев, трещин у ножек зубьев вопрос о дальнейшей эксплуатации редуктора должен быть согласован с заводом-изготовителем;

6) зубчатое зацепление по расположению и величине пятна контакта. Очистить и тщательно вытереть три-четыре сопряженных зуба колеса и вала-шестерни и покрыть их тонким слоем синей или черной масляной краски, разведенной на керосине. Включить подъемный электродвигатель и провернуть в одну и другую сторону несколько раз вал-шестерню (ввести и вывести из зацепления зубья вала-шестерни, покрытые краской). По расположению отпечатка зубьев вала-шестерни на зубьях колеса определить величину и характер пятна контакта. Проверку пятна контакта зубьев редуктора, длительное время находящегося в эксплуатации, можно производить по металлическому блеску зубьев. У редукторов с эвольвентным зацеплением пятно контакта должно располагаться растянутым овалом посредине рабочей поверхности зуба, а величина его — соответствовать нормам

Таблица 2.2

| Редуктор | Пятно контакта не менее, % | |
|---|---|---|
| | по высоте зуба | по длине зуба |
| ЦДП-7, 2ЦД-14, РС-700М, 2ЦД-17, 2ЦД-20, 2ЦД-23, ЦД-20, ЦД-2000, ЦО2×2200, ЦО-20, ЦД-17, ЦД-100Т | 45 | 60 |
| ЦД-16 | 60 | 80 |
| ЦО-18, ЦО-22, ЦО2×1800 | 50 | 70 |
| ЦД-115, ЦД-115у, ЦД5-115, ЦД-150М, ЦД2-163 | 45 | 50 |
| ЦД-150У, ЦД-170, РЦД-1150Л, КЦТН-710, ЦОН-16 | 60 | 50 |

Примечание. Для редукторов, не указанных в таблице, пятно контакта должно быть не менее 40—45% по высоте и 50—60% по длине зуба (большие значения относятся для колес, выполненных с 7-й степенью точности по нормам контакта зубьев, меньшие — для колес с 8-й степенью точности).

завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных необходимо руководствоваться нормами величин пятна контакта зубьев редукторов с эвольвентным зацеплением, приведенными в табл. 2.2.

В передачах с зацеплением Новикова первоначальный контакт зацепления до приработки зубьев под нагрузкой должен равномерно распределяться вдоль зубьев в виде линий, расположенных в средней части рабочих участков профилей, распространяясь не менее чем на 80 % их длины. В процессе работы редуктора под нагрузкой происходит приработка зубьев и контакт зацеплений распространяется на всю их высоту. Шабровка или припиловка зубьев не допускается.

Примеры контактов в зубчатых передачах зацеплений Новикова приведены на рис. 2.11.

При несоответствии величины и расположения пятна контакта зубьев заводским нормам или приведенным в табл. 2.2 необходимо установить характер этого несоответствия. Если он одинаков для всех зубьев колеса, то причиной может быть: у редукторов с регулируемым межцентровым расстоянием — непараллельность и перекос осей зубчатых передач; у редукторов с жестким межцентровым расстоянием — перекос осей, вызванный пережимом корпуса редуктора при монтаже или горным давлением при работе редуктора в шахте.

Выявить перекос валов можно при помощи уровня. Для этого уровень поочередно установить на вал-шестерню и зубчатое колесо и определить величину и направление наклона вала-шестерни и зубчатого колеса.

При невозможности установить уровень на колесе пользуются переходной призмой. Устранить перекос, вызванный пережимом корпуса редуктора, необходимо поочередным ослаблением болтов, крепящих редуктор к фундаменту, и подкладыванием стальных прокладок под корпус. После каждого ослабления болтов проверить пятно контакта по краске и измерить наклон валов. После устранения пережима корпуса произвести подливку фундамента. Кроме того, у редукторов с подшипниками качения необходимо проверить отсутствие зажатия наружных колец в корпусе редуктора или в стаканах корпусов. Для «плавающих» опор редуктора с подшипниками качения необходимо также проверить возможность их осевого перемещения и удостовериться в том, что при установленных и закрепленных крышках подшипников валы не зажаты и позволяют самоустанавливаться зубчатым передачам. Для этого в «плавающей» опоре должны быть предусмотрены зазоры на 2—3 мм больше величины удлинения вала при рабочем нагреве опоры;

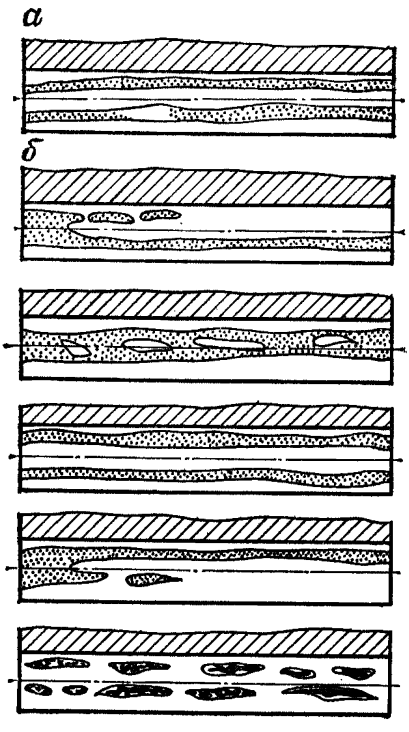



**Рис. 2.11. Примеры контактов зубьев зацепления Новикова:**
*а* — нормальный контакт зубьев; *б* — допустимые отклонения от нормального расположения пятна контакта

7) работу редуктора под нагрузкой. Шум редуктора при работе должен быть ровным, низкого тона, без стуков, перезвонов и пульсаций.

Стук в редукторе, вызванный колебанием зубчатых колес при резком торможении машины, не является ненормальным явлением.

В редукторах с зацеплением Новикова иногда наблюдается повышенный шум, который ослабевает в процессе работы.

## 2.8.2. Ревизия и наладка редуктора (со вскрытием крышки)

При ревизии и наладке редуктора со вскрытием крышки дополнительно к требованиям 2.8.1 необходимо проверить:

1) отсутствие трещин в ступицах, спицах и ободах зубчатых колес; смещения бандажей и отсутствие шаткости колес на валах. Для этого при затянутых крышках подшипников и заторможенной машине несколько раз включить и выключить подъемный электродвигатель в разных направлениях. Шаткость колес устранить подтяжкой шпонок или заменой их. После подтяжки тангенциальных шпонок установить новые стопорные устройства. Разъемные колеса перед подтяжкой шпонок тщательно обтянуть. Запрещается устанавливать дополнительные прокладки под шпонки. Если при выработанном посадочном месте после затяжки шпонок появляется зазор между ступицей колеса и валом, то дальнейшая эксплуатация редуктора должна быть согласована с заводом-изготовителем. После замены или дотяжки шпонок необходимо в течение года три-четыре раза проверить отсутствие шаткости колес;

2) величину бокового зазора между зубьями передачи при помощи свинцовых оттисков. Величина зазора должна соответствовать данным, указанным на чертеже завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных радиальный боковой зазор установить в пределах 0,15—0,25 нормального модуля передачи;

3) отсутствие перекоса валов;

4) биение торца обода колеса. Установить один стрелочный индикатор у торца венца зубчатого колеса, а второй — у торца вала, медленно провернуть редуктор и измерить биение зубчатого колеса не менее чем в восьми точках. Показания индикаторов вычесть, если оба они расположены с одной стороны, и сложить — если с разных сторон.

Допустимая величина торцевого биения зубчатого колеса, отнесенная к 100 мм его диаметра, приведена в табл. 2.3. Если фактическая величина биения превышает допустимую, то дальнейшая работа редуктора должна быть согласована с заводом-изготовителем;

Таблица 2.3

| Степень точности по нормам контакта | Биение (мкм) при ширине колеса или полушеврона, мм | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | До 55 | Свыше 55 до 110 | Свыше 110 до 160 | Свыше 160 до 220 | Свыше 220 до 320 | Свыше 320 до 450 | Свыше 450 до 630 | Свыше 630 до 900 | Свыше 900 до 1250 |
| 7 | 21 | 11 | 8 | 6 | 5 | 4,2 | 3,6 | 3,2 | 2,8 |
| 8 | 26 | 14 | 10 | 8 | 6 | 5,2 | 4,5 | 4,0 | 3,6 |
| 9 | 34 | 18 | 12 | 10 | 8 | 6,5 | 5,5 | 5,0 | 4,5 |
| 10 | 42 | 22 | 16 | 12 | 10 | 8,5 | 7,0 | 6,0 | 5,5 |

5) состояние разъема. Очистить разъем редуктора от грязи и частиц старых уплотнений, смазать разъемные места пастой «Герметик» и установить крышку. При наличии уплотнительной прокладки проверить ее состояние. Запрещается установка уплотнительных прокладок там, где они не предусмотрены конструкцией редуктора;

6) работу редуктора под нагрузкой.

## 2.8.3. Ревизия и наладка подпружиненного редуктора

При ревизии и наладке подпружиненного редуктора дополнительно к требованиям 2.8.1 необходимо проверить:

1) состояние и крепление пружинных опор к фундаменту;

2) горизонтальность верхней поверхности тумбы пружинной опоры (при вводе редуктора в эксплуатацию). Отклонение от горизонтали не должно превышать 0,5 мм на один метр длины;

3) биение корпуса (при вводе редуктора в эксплуатацию или при неудовлетворительной работе). Установить два стрелочных индикатора так, чтобы ножка одного из них упиралась в боковую, а второго — в торцевую стенку корпуса редуктора. Медленно провернуть канатоведущий шкив и определить амплитуду биения в горизонтальной плоскости. Если фактическая величина амплитуды биения превышает 0,6 мм, то необходимо проверить соосность валов машины с редуктором и редуктора с электродвигателями;

4) состояние и крепление демпфера. Внутреннюю полость демпфера залить полностью маслом. Наличие воздуха не допускается. Регулирование демпфера произвести при работе машины с номинальной нагрузкой. Регулировочными болтами добиться такой степени дросселирования отверстий, которые перепускают масло из одной полости в другую, чтобы было минимальное число колебаний редуктора при пиковых нагрузках, возникающих при включении электродвигателей;

5) установку демпфера (при вводе редуктора в эксплуатацию). У правильно установленного демпфера поршень должен занимать такое положение в цилиндре, чтобы расстояние (мм) от крышки до риски на штоке соответствовало:

| | |
|---|---|
| для редуктора 2ЦД-14 | 0 |
| для редукторов 2ЦД-17, 2ЦД-20, 2ЦД-23 | 5 |

При максимальных усилиях, возникающих при пуске машины, когда выбираются полностью зазоры между упорами и корпусом редуктора, поршень демпфера не должен доходить до крайних положений, а удары должны отсутствовать.

## 2.9. ВАЛЫ, ПОДШИПНИКИ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ МУФТЫ

### 2.9.1. Ревизия и наладка подшипников скольжения валов

Ревизию и наладку подшипников скольжения коренных валов редуктора и барабана со вскрытием крышки производят во время капитального ремонта подшипника. Ежегодно у этих подшипников необходимо проверять корпус, крышку, температуру нагрева, отсутствие стуков, смазку и ее подачу. О состоянии подшипника и его работоспособности достаточно судить по зазорам, измеренным щупами с торца вала. Разборку подшипника необходимо производить при обнаружении ненормальностей в работе.

При ревизии и наладке подшипников скольжения приводного и промежуточного валов редуктора, электродвигателя и их валов необходимо проверить:

1) состояние корпуса, крышки и их крепление. Внешним осмотром проверить отсутствие трещин в корпусе и крышке, наличие всех болтовых соединений, регулировочных клиньев (где предусмотрено конструкцией) и крепление корпуса;

2) величину вибрации (проверить при необходимости). Максимальная амплитуда вибрации не должна превышать значений, приведенных в ПУЭ. Основными причинами возникновения вибрации являются:

неуравновешенность вращающихся частей;
слабое крепление подшипников;
неудовлетворительная соосность валов;
биение муфт;
радиальные зазоры в подшипниках, превышающие допустимые нормы;
искривление или овальность шеек валов;
короткое замыкание в роторе электродвигателя;

повышенная неравномерность воздушного зазора между сталью ротора и статора электродвигателя.

Методика измерения вибрации и правила пользования виброизмерительными приборами изложены в инструкциях завода-изготовителя;

3) температуру нагрева. Допустимая температура нагрева подшипника не должна превышать 80 °С. Измерение температуры произвести термосигнализаторами ТС-100 (ТСМ-100) и др. При отсутствии термосигнализаторов с достаточной для практических целей точностью температуру подшипника можно определить по температуре нагрева масла или корпуса подшипника;

4) наличие смазки (см. 2.11);

5) состояние рабочей поверхности вкладышей. Вскрыть торцевую и верхнюю крышки подшипника и снять вкладыш. Талью или домкратом приподнять вал, извлечь нижний вкладыш и осмотреть рабочие поверхности. Обратить внимание на отсутствие трещин, скалываний, сплавлений, наносов и отставание баббита от вкладыша, на отсутствие задиров, царапин, подгораний баббита.

Погрузить вкладыш в ванну с соляровым маслом, извлечь его, вытереть насухо и слегка надавить на баббит. Выступание масла из микротрещин свидетельствует о некачественном прилегании баббита к телу вкладыша. При обнаружении скалывания или отставания баббита от тела вкладыша более чем на 20 % площади, вкладыш необходимо заменить;

6) состояние шейки вала. При наличии следов ржавления, царапин, рисок, отдельных забоин шейку вала запилить бархатным напильником и прошлифовать мелким наждачным полотном или бумагой, после чего вал отполировать. По достижении зеркального блеска шлифовку прекратить, удалить частички абразива, врезавшиеся в вал, и протереть его ремнем или прессшпаном, смазанным турбинным маслом, а затем промыть керосином и протереть чистой тряпкой. Крупные дефекты шеек валов устранить по согласованию с заводом-изготовителем;

7) горизонтальность установки вала и подшипника по разъему. Протереть нижнюю поверхность уровня и поверхность, на которую он устанавливается и измерить наклон вала и подшипника. Измерения произвести в двух положениях уровня с поворотом его на 180°. Отклонение от горизонтали вала и подшипника не должно превышать 1 мм на 1 м длины;

8) радиальные биения шейки вала (проверить при необходимости) индикатором часового типа не менее чем в восьми точках. При проверке индикатор установить на плоскость разъема подшипникового стояка или на другое жесткое основание и провернуть вал. Величина радиального биения не должна превышать значений, указанных на чертеже завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных радиальные биения не должны превышать значений, приведенных ниже

| Диаметр шейки вала, мм | До 200 | Более 200 |
|---|---|---|
| Допустимое радиальное биение, мм | 0,02 | 0,03 |

9) прилегание вкладыша к шейке вала (проверить при монтаже или замене подшипника). Смазать шейку вала тонким слоем краски или графита, и уложить вкладыш. Поворачивая вкладыш на угол 10—15° (без перекатывания) или перемещая его вдоль оси вала на 20—30 см, получить отпечатки краски на рабочей поверхности вкладыша. Пятна контакта должны быть равномерно распределены по всей поверхности соприкосновения вкладыша с шейкой вала, и на площадку размером 2,5×2,5 см должно приходиться не менее 8—10 пятен (85 % рабочей поверхности вкладыша должно быть равномерно покрыто мелкими пятнами касания). Если прилегание неудовлетворительно, вкладыш необходимо пришабрить;

10) наличие рабочего контакта вала с поверхностью нижнего вкладыша. Нанести на рабочую поверхность шейки вала полоски краски шириной 6—10 мм и провернуть вал на 360°. По растертой краске определить прилегание вала к нижнему вкладышу;

11) величину радиального зазора между шейкой вала и верхним вкладышем подшипника скольжения. Величину зазора установить согласно рекомендациям

Таблица 2.4

| Диаметр шейки вала, мм | Радиальный зазор между шейкой вала и верхним вкладышем подшипника скольжения, мм | | Максимальный зазор $K$ в зоне масляного кармана, мм | Глубина масляного кармана $h$, мм |
|---|---|---|---|---|
| | подъемных машин и редукторов завода НКМЗ | электродвигателей при частоте вращения ротора до 1000 об/мин | | |
| 50—80 | 0,06—0,18 | 0,065—0,135 | 2,0 | 15 |
| 81—120 | 0,08—0,21 | 0,08—0,160 | 2,5 | 18 |
| 121—180 | 0,10—0,24 | 0,10—0,195 | 3,0 | 20 |
| 181—260 | 0,12—0,28 | 0,12—0,225 | 3,0 | 20 |
| 261—360 | 0,14—0,32 | 0,14—0,250 | 3,5 | 25 |
| 361—500 | 0,16—0,37 | 0,16—0,305 | 4,0 | 30 |
| 501—630 | 0,18—0,40 | 0,18—0,350 | 5,0 | 35 |
| 631—800 | 0,20—0,43 | 0,20—0,400 | 6,5 | 45 |

завода-изготовителя (см. табл. 2.4). При отсутствии заводских данных допустимый радиальный зазор (мм) можно определить по формуле

$$m = (0{,}0005 \div 0{,}0015)\, d, \qquad (2.3)$$

где $d$ — диаметр шейки вала, мм.

Для определения радиального зазора на шейку вала и плоскость разъема подшипника положить свинцовые проволочки диаметром 2—3 мм и длиной 20—40 мм (рис. 2.12). Затем собрать подшипник и равномерно затянуть болты крест на крест. Затяжка болтов должна быть такой, чтобы не деформировался баббит

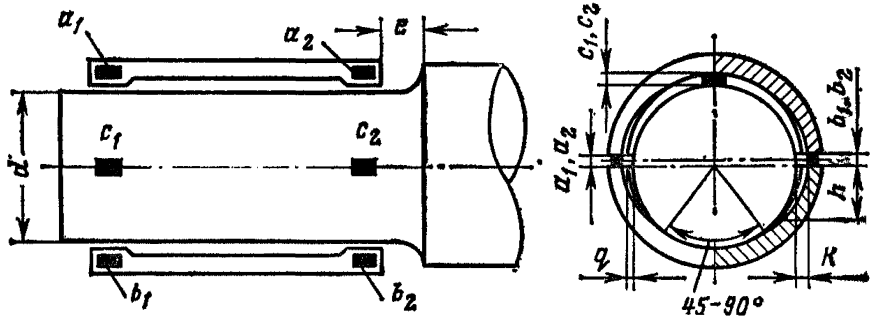



**Рис. 2.12. Измерение зазоров в подшипниках скольжения**

и не исказилась фактическая величина зазора. Затем подшипник разобрать и микрометром измерить толщину оттисков.

Фактическую величину радиального зазора (мм) определить по формуле

$$m_1 = c_1 - \frac{a_1 + b_1}{2};$$

$$m_2 = c_2 - \frac{a_2 + b_2}{2}, \qquad (2.4)$$

где $a_1$, $b_1$, $c_1$, $a_2$, $b_2$, $c_2$ — толщины свинцовых оттисков, мм.

Радиальный зазор отрегулировать изменением количества прокладок из тонкого листового железа в разъеме между верхним и нижним вкладышами.

Прокладки установить так, чтобы не закрывались отверстия для прохода болтов, шпилек и отверстия для прохода масла;

12) величину бокового зазора $q$ между вкладышем и валом в плоскости разъема, который должен быть равен половине радиального зазора между валом и верхним вкладышем;

13) величину масляного кармана (холодильника), обеспечивающего подачу масла вдоль вкладыша и способствующего затягиванию его в рабочую зону. Максимальная величина зазора не должна превышать 2—3 мм, а его глубина — 15—20 мм. Длина масляных карманов не должна превышать 5/6 длины вкладыша;

14) величины осевого зазора $e$ между галтелями вала и вкладышем подшипника и разбега (осевой игры) валов. Осевую игру вала электрической машины с подшипниками скольжения установить в пределах 2—4 мм в обе стороны от центрального положения ротора, определяемого магнитным полем статора. Для остальных валов осевую игру установить согласно рекомендациям завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных исходят из предположения, что вал удлиняется на 0,5 мм на 1 м длины при повышении его температуры на 40° С;

15) величину натяга между верхним вкладышем и крышкой подшипника. Фактическую величину натяга (мм) определить по формуле

$$H = c_3 - \frac{a_3 + a_4 + b_3 + b_4}{4}, \qquad (2.5)$$

где $a_3$, $a_4$, $b_3$, $b_4$, $c_3$ — толщины свинцовых оттисков между вкладышем и верхней крышкой подшипника, мм. Величина натяга должна быть в пределах 0,05—0,1 мм;

16) чистоту масляной ванны (у подшипников с кольцевой смазкой). При обнаружении загрязнений старую смазку удалить, подшипник промыть керосином и залить свежее масло;

17) состояние смазочных колец. Кольца не должны иметь заусенцев, задиров, вмятин и деформаций в виде овальностей и изгибов. При работе машины смазочные кольца должны вращаться плавно без рывков и заеданий;

18) сборку подшипника. Затяжку диагонально расположенных болтов произвести одновременно. Уплотнение по плоскости разъема обеспечить пастой «Герметик»;

19) работу подшипника под нагрузкой. Проверить подачу масла к подшипнику, вращение смазочных колец, температуру нагрева, отсутствие повышенного шума, стуков и вибраций.

## 2.9.2. Ревизия и наладка подшипников качения

При ревизии и наладке подшипников качения необходимо проверить:

1) тип и условное обозначение;

2) состояние корпуса, крышки, затяжки болтов, крепящих корпус к раме. Подбить контрольные штифты и поджать клинья, фиксирующие положение корпуса;

3) величину вибрации (см. 2.9.1);

4) температуру нагрева (см. 2.9.1);

5) рабочие поверхности колец, тел качения и сепараторов (при вскрытых крышках), обратив особое внимание на отсутствие трещин и цветов побежалости, свидетельствующих о перегреве подшипника. Если будут обнаружены следы коррозии, трещины, питтинг, то подшипник необходимо заменить;

6) величину перекоса осей наружного и внутреннего колец. Установить угольник на вал или втулку и щупом измерить зазоры между угольником и кольцами. При отсутствии перекоса торцы колец должны находиться в одной плоскости. Допустимый перекос осей не должен превышать значений, указанных на чертеже завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных необходимо руководствоваться допускаемыми, приведенными в табл. 2.5;

7) наличие смазки;

8) посадку внутреннего кольца на шейку вала. Отпустить болты, крепящие крышку подшипника и талью или домкратом приподнять вал. Заклинить медной

Таблица 2.5

| Подшипник | Суммарный допуск на перекос оси наружного кольца относительно оси внутреннего кольца подшипника, мм на 1 м | Подшипник | Суммарный допуск на перекос оси наружного кольца относительно оси внутреннего кольца подшипника, мм на 1 м |
|---|---|---|---|
| Роликовый, шариковый, сферический, двухрядный | 3 | Роликовый с короткими цилиндрическими роликами | 0,1 |
| Шариковый, радиальный, однорядный | 0,5 | Роликовый конический | 0,1 |

Таблица 2.6

| Диаметр отверстия подшипника, мм | | Подшипник | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | шариковый радиальный | | | радиальный с короткими роликами | | | роликовый радиальный сферический | | |
| | | Радиальный зазор, мкм | | | | | | | | |
| | | Новый подшипник | | Наибольший допустимый при износе | Новый подшипник | | Наибольший допустимый при износе | Новый подшипник | | Наибольший допустимый при износе |
| Свыше | До | наименьший | наибольший | | наименьший | наибольший | | наименьший | наибольший | |
| 30 | 40 | 12 | 26 | 80 | 20 | 55 | 150 | 25 | 40 | 120 |
| 40 | 50 | 12 | 29 | 90 | 20 | 55 | 150 | 30 | 45 | 140 |
| 50 | 65 | 13 | 33 | 100 | 25 | 65 | 200 | 30 | 50 | 150 |
| 65 | 80 | 14 | 34 | 110 | 30 | 70 | 200 | 40 | 60 | 180 |
| 80 | 100 | 16 | 40 | 120 | 35 | 80 | 250 | 45 | 70 | 200 |
| 100 | 120 | 20 | 46 | 140 | 40 | 90 | 270 | 50 | 80 | 250 |
| 120 | 140 | 23 | 53 | 160 | 45 | 100 | 300 | 60 | 90 | 270 |
| 140 | 160 | 23 | 58 | 175 | 50 | 115 | 350 | 65 | 100 | 300 |
| 160 | 180 | 24 | 65 | 190 | 60 | 125 | 370 | 70 | 110 | 330 |
| 180 | 200 | 29 | 75 | 220 | 65 | 135 | 400 | 80 | 120 | 360 |
| 200 | 225 | — | — | — | 75 | 150 | 450 | 90 | 140 | 420 |
| 225 | 250 | — | — | — | 90 | 165 | 500 | 100 | 150 | 450 |
| 250 | 280 | — | — | — | 100 | 180 | 540 | 110 | 170 | 500 |
| 280 | 315 | — | — | — | 110 | 195 | 600 | 120 | 180 | 540 |
| 315 | 355 | — | — | — | 125 | 215 | 630 | 140 | 210 | 630 |
| 335 | 400 | — | — | — | 140 | 235 | 700 | 150 | 230 | 700 |
| 400 | 450 | — | — | — | 160 | 260 | 750 | 170 | 260 | 750 |

пластинкой один из роликов и прокрутить наружное кольцо. При ослабленной посадке внутреннее кольцо будет проворачиваться относительно вала;

9) посадку наружного кольца в корпусе или стаканах корпусов. Щупом или свинцовыми оттисками измерить зазор поверху между корпусом и наружным кольцом подшипника, который должен быть в пределах 0,03—0,05 мм. Один из подшипников должен быть «плавающим» для обеспечения осевого перемещения вала при температурных деформациях (см. 2.8.1).

В процессе работы подшипника необходимо периодически производить смену зон нагружения наружного кольца проворотом его на 90—180°;

10) величину осевого разбега вала для конических или радиальных подшипников. Величина осевого разбега регулируется прокладками и устанавливается согласно рекомендациям завода-изготовителя;

11) величину радиального зазора между внешним кольцом и роликами. Зазор измерить пластинчатым щупом с обоих торцов подшипника. При замере щуп должен свободно или с небольшим усилием от руки проходить между телами и дорожками качения по всей длине ролика или большей его части. Накатывание ролика на щуп не допускается. Замеры производить в трех-четырех положениях кольца при повороте его на 90—180°. За максимальную величину принять среднее арифметическое значение измеренных зазоров. Если фактическая величина радиального зазора превышает допустимую (рекомендуемую заводом-изготовителем или приведенную в табл. 2.6), то дальнейшая эксплуатация подшипникового узла должна быть согласована с заводом-изготовителем.

12) состояние уплотнений;

13) работу подшипника под нагрузкой. Правильно смонтированный подшипниковый узел с исправными деталями должен работать без толчков, вибраций и значительного шума. Глухой прерывистый шум характеризует работу подшипника в загрязненной смазке, свистящий шум указывает на работу подшипника с недостаточным количеством смазки, а также на возможность соприкосновения вращающихся и невращающихся деталей узла. В начальный период работы подшипникового узла возможно временное повышение температуры до 80 °С. После установления нормального режима смазки и приработки уплотнений рост температуры прекращается, а затем температура снижается.

При нарастании температуры подшипника выше 80 °С машину остановить, разобрать и осмотреть подшипниковый узел для выявления и устранения причин нагрева подшипника.

## 2.9.3. Ревизия и наладка соединительных муфт

При ревизии и наладке соединительных муфт необходимо проверить:

1) состояние деталей:

зубчатых муфт — зубчатые венцы, втулки, прокладки и уплотнительные кольца. Проверить состояние, целость и износ зубьев по толщине (табл. 2.7). Износ зубьев по толщине не должен превышать 15 %;

Таблица 2.7

| № муфты | Модуль | Число зубьев | Ширина зуба, мм | Прямой зуб | Бочкообразный зуб | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ширина зуба обоймы и толщина зуба втулки, мм | толщина зуба втулки, мм | толщина зуба обоймы, мм |
| 5 | 3 | 56 | 25 | 4,35 | 4,49 | 4,35 |
| 6 | 4 | 48 | 30 | 5,83 | 6,01 | 5,83 |
| 7 | 4 | 56 | 35 | 5,83 | 6,01 | 5,83 |
| 8 | 4 | 62 | 35 | 5,83 | 6,01 | 5,83 |
| 9 | 6 | 46 | 35 | 8,91 | 9,11 | 8,91 |
| 10 | 6 | 56 | 40 | 8,91 | 9,11 | 8,91 |
| 11 | 8 | 48 | 45 | 11,92 | 12,20 | 11,92 |
| 12 | 8 | 54 | 50 | 11,92 | 12,20 | 11,92 |
| 13 | 10 | 48 | 60 | 14,91 | 15,27 | 14,91 |
| 14 | 10 | 54 | 65 | 14,91 | 15,27 | 14,91 |
| 15 | 10 | 58 | 70 | 14,91 | 15,27 | 14,91 |
| 16 | 12 | 56 | 75 | 17,80 | 18,36 | 17,80 |
| 17 | 12 | 64 | 90 | 17,80 | 18,36 | 17,80 |
| 18 | 12 | 72 | 90 | 17,80 | 18,36 | 17,80 |
| 19 | 12 | 80 | 100 | 17,80 | 18,36 | 17,80 |

пружинных муфт — пружины, ступицы и пазы. У вновь монтируемых муфт проверить совпадение шагов зубьев и пружин;

пальцевых муфт — соединительные пальцы, эластичные шайбы. При износе пальцев, наличии трещин в муфте, выработке отверстий для пальцев необходимо заменить пальцы или муфту;

2) посадку втулок на валы и затяжку шпонок. При слабой посадке или шаткости втулок муфту заменить. Кернить вал или насаживать втулку на прокладки недопустимо;

3) величину осевого зазора между торцами полумуфт. Осевой зазор должен быть в пределах, указанных на чертеже завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных величину осевого зазора при сдвинутых валах установить в пределах 3—5 мм, а при раздвинутых—не более значений, приведенных в таблицах 2.8—2.10. Если фактическая величина осевого зазора между торцами полумуфт отличается от допустимой, то необходимо правильно установить валы;

4) величину зазора между крышкой и валом;

5) состояние смазки. Для смазки муфт необходимо применять масла, рекомендуемые заводом-изготовителем. При отсутствии заводских данных для зубчатых и пружинных муфт можно применять консистентную смазку, состоящую из 75 % солидола и 25 % моторного масла. Свободное пространство муфты при применении пластичной смазки заполнить на 2/3 объема, а при жидких маслах — на 1/3 объема. Запрещается применять для смазки муфт смесь солидола с древесными опилками;

6) работу муфты под нагрузкой. Собрать муфту, обратить внимание на затяжку болтов и наличие стопорящих приспособлений. Затяжку противоположно установленных болтов произвести одновременно. При сборке совместить контрольные риски или базовые отверстия. Заполнить муфту смазкой, установить защитный кожух и произвести наблюдение за работой муфты;

7) биения вновь монтируемых полумуфт, которые не должны превышать значений, приведенных в табл. 2.11. Величину биений определить индикаторами часового типа для одной и той же точки полумфты при двух положениях вала — до и после поворота его на 180°.

## 2.10. ПРОВЕРКА СООСНОСТИ ВАЛОВ

Проверку и исправление соосности валов необходимо производить в следующих случаях:

при вводе машин в эксплуатацию;

после замены редуктора, электродвигателя, вкладышей подшипников или муфт;

при наличии вибрации подшипников, повышенного износа зубьев зубчатых муфт, интенсивного нагрева подшипников центрируемых валов;

при видимом поддувании почвы или проседании фундамента.

Перед проверкой соосности валов необходимо произвести ревизию и наладку подшипников, измерить радиальное и осевое биения полумуфт, проверить затяжку анкерных болтов и болтов, крепящих подшипники к рамам или постаментам. При проверке соосности один из валов принять за основной вал (А), а второй — за центрируемый (Б). Вопрос о выборе вала в качестве основного решается наладочной бригадой на месте работ. Для исключения влияния одного вала на другой полумуфты необходимо рассоединить и валы раздвинуть до упора. Данные замеров записывать по виду от вала А к валу Б.

При исправлении соосности валов необходимо проверить:

1) величину радиальных смещений вала Б относительно вала *А* в четырех положениях валов при совместном их провороте через каждые 90°. Измерение радиальных смещений произвести одним из следующих способов (замеры производить в одной и той же точке полумуфты, занимающей при первом замере верхнее положение в плоскости замеров):

а) замер индикатором часового типа, установленным на центровочных приспособлениях (рис. 2.15, *а*), без разборки муфты. Центровочные приспособления должны быть выверенными и достаточно жесткими. Индикатор закрепить на валу А, а площадку, в которую упирается штифт индикатора, — на валу Б;

Таблица 2.8

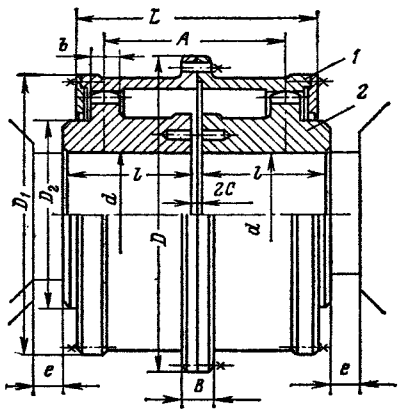



Рис. 2.13. Зубчатая муфта:
*1* — зубчатая обойма; *2* — зубчатая втулка

| Номер муфты НКМЗ | Модуль | Число зубьев | Ширина зуба, мм | Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м) | Максимальная частота вращения, мин⁻¹ | Маховой момент, Н·м² (кг·м²), не более | Размеры (рис. 2.13), мм | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | *D* | $D_1$ | $D_2$ | *L* | *B* | *l* | *d* | *A* | 2*C* | *e* |
| | | | | | | | не более | | | | | | | не менее | | |
| 5 | 3 | 56 | 25 | 7 845 (800) | 1700 | 17,6 (1,8) | 290 | 200 | 130 | 230 | 50 | 120 | 90 | 145 | 10 | 10 |
| 6 | 4 | 48 | 30 | 11 572 (1 180) | 1500 | 27,5 (2,8) | 320 | 230 | 140 | 250 | 50 | 130 | 100 | 160 | 10 | 40 |
| 7 | 4 | 56 | 35 | 18 633 (1 900) | 1230 | 45,0 (4,6) | 350 | 260 | 170 | 280 | 50 | 145 | 120 | 185 | 10 | 45 |
| 8 | 4 | 62 | 35 | 23 144 (2 360) | 1150 | 81,4 (8,3) | 380 | 290 | 190 | 312 | 50 | 165 | 140 | 210 | 10 | 45 |
| 9 | 6 | 46 | 35 | 29 420 (3 000) | 1050 | 139,0 (14,2) | 430 | 330 | 210 | 328 | 50 | 170 | 160 | 220 | 10 | 50 |
| 10 | 6 | 56 | 40 | 49 033 (5 000) | 850 | 275,0 (28) | 490 | 390 | 260 | 364 | 50 | 185 | 180 | 245 | 10 | 50 |
| 11 | 8 | 48 | 45 | 59 627 (7 100) | 750 | 539,0 (55) | 545 | 445 | 300 | 402 | 60 | 205 | 220 | 280 | 10 | 55 |
| 12 | 8 | 54 | 50 | 98 066 (10 000) | 665 | 834,0 (85) | 590 | 490 | 340 | 476 | 60 | 245 | 250 | 350 | 10 | 55 |
| 13 | 10 | 48 | 60 | 147 100 (15 000) | 600 | 1 569,0 (160) | 680 | 555 | 380 | 522 | 70 | 267,5 | 280 | 375 | 15 | 60 |
| 14 | 10 | 54 | 65 | 196 133 (20 000) | 530 | 2 108,0 (215) | 730 | 610 | 420 | 556 | 70 | 287,5 | 320 | 405 | 15 | 60 |
| 15 | 10 | 58 | 70 | 245 166 (25 000) | 500 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 640 | 70 | 322,5 | 340 | 480 | 15 | 60 |
| 16 | 12 | 56 | 75 | 367 749 (37 500) | 430 | 5 884,0 (600) | 900 | 755 | 580 | 704 | 90 | 360 | 400 | 535 | 20 | 70 |
| 17 | 12 | 64 | 90 | 549 172 (56 000) | 375 | 11 179,0 (1 140) | 1000 | 855 | 630 | 806 | 90 | 410 | 450 | 625 | 20 | 70 |
| 18 | 12 | 72 | 90 | 735 499 (75 000) | 330 | 15 691,0 (1 600) | 1100 | 950 | 720 | 904 | 110 | 460 | 480 | 710 | 20 | 70 |
| 19 | 12 | 80 | 100 | 980 665 (100 000) | 300 | 26 478,0 (2 700) | 1250 | 1050 | 800 | 942 | 110 | 500 | 500 | 730 | 30 | 85 |

Таблица 2.9

| Номер муфты завода им. ЛКУ | Максимальный крутящий момент Н·м (кгс·м) | Максимальная частота вращения, мин$^{-1}$ | Маховой момент Н·м$^2$ (кгс·м$^2$) | Размеры (см. рис. 2.13), мм | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $D$ | $D_1$ | $D_2$ | $L$ не более | $B$ | $l$ | $d$ | $A$ | $2C$ | $e$ |
| 7 | 5 805 (592) | 216 | 45,0 (4,6) | 350 | | | 380 | | 175 | 120 | | 10 | |
| 7 | 18 633 (1 900) | 2120 | 45,0 (4,6) | 350 | 270 | 170 | 290 | 50 | 140 | 120 | 186 | 10 | 30 |
| 8 | 23 144 (2 360) | 1900 | 81,0 (8,3) | 380 | 290 | 190 | 320 | 50 | 160 | 140 | 210 | 10 | 30 |
| 9 | 29 420 (3 000) | 1700 | 139,0 (14,2) | 430 | 340 | 210 | 330 | 50 | 165 | 160 | 205 | 10 | 30 |
| 10 | 49 033 (5 000) | 1400 | 275,0 (28) | 490 | 390 | 260 | 355 | 50 | 180 | 180 | 240 | 10 | 30 |
| 11 | 69 627 (7 100) | 1250 | 539,0 (55) | 545 | 450 | 300 | 405 | 60 | 200 | 220 | 280 | 10 | 35 |
| 12 | 98 066 (10 000) | 1120 | 834,0 (85) | 590 | 500 | 340 | 475 | 60 | 240 | 250 | 350 | 10 | 35 |
| 13 | 147 100 (15 000) | 1000 | 1 569,0 (160) | 680 | 550 | 380 | 520 | 70 | 260 | 280 | 375 | 15 | 40 |
| 14 | 196 133 (20 000) | 900 | 2 108,0 (215) | 730 | 610 | 420 | 555 | 70 | 390 | 320 | 405 | 15 | 40 |
| 15 | 245 166 (25 000) | 800 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 635 | 70 | 320 | 360 | 480 | 15 | 40 |
| 15—2 | 196 133 (20 000) | 800 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 760 | 71 | 390 | 360 | 480 | 45 | 40 |
| 15—3 | 294 199 (30 000) | 800 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 690 | 71 | 320; 325 | 360 | 480 | 45 | 40 |
| 15—4 | 196 133 (20 000) | 800 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 725 | 71 | 390; 320 | 360 | 480 | 15 | 40 |
| 15—5 | 294 199 (30 000) | 800 | 3 187,0 (325) | 780 | 660 | 480 | 655 | 71 | 320; 320 | 360 | 480 | 15 | 40 |
| 16 | 367 749 (37 500) | 720 | 5 884,0 (600) | 900 | 755 | 530 | 695 | 90 | 350 | 400 | 535 | 20 | 50 |
| 16—1 | 441 299 (45 000) | 710 | 5 884,0 (600) | 900 | 755 | 530 | 920 | 90 | 400; 450 | 450 | 535 | 20 | 50 |
| 17 | 549 172 (56 000) | 630 | 11 179,0 (1 140) | 1000 | 860 | 630 | 820 | 90 | 400 | 450 | 625 | 20 | 50 |
| 19 | 980 665 (100 000) | 500 | 26 480,0 (2 700) | 1250 | 1050 | 800 | 970 | 110 | 485 | 560 | 730 | 30 | 60 |
| Специальная | $26{,}0 \cdot 10^5$ (265 000) | 120 | | 1670 | 1490 | 1110 | 1885 | 111 | 960 | 750 | — | 25 | 60 |
| То же | 93 163 ($9{,}5 \cdot 10^3$) | | 981,0 100 | 560 | 420 | | 610 | | 300 | 240 | 270 | 10 | |

Таблица 2.10

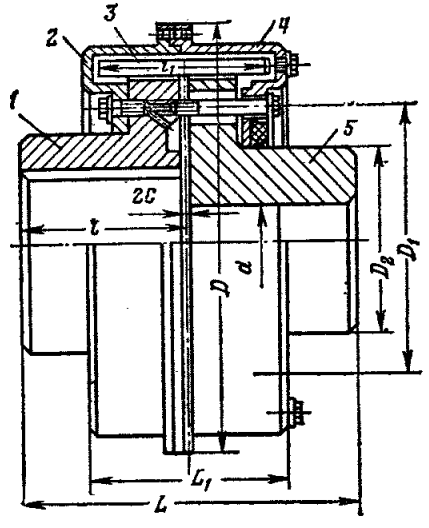



**Рис. 2.14. Пружинная муфта:** *1* и *5* — ступицы; *2* и *4* — разъемный кожух; *3* — пружинные секции

| Пружинная муфта | Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м) | Максимальная частота вращения, $мин^{-1}$ | Маховой момент $Н·м^2$ ($кгс·м^2$) | Число пружинных секций | Размеры (рис. 2.14), мм | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | D | $D_1$ | $D_2$ | d | L | $L_1$ | l | $l_1$ | 2C |
| ВМ1-320сб малых подъемных машин | 7 845 (800) | 1500 | 65,0 (6,6) | 4 | 400 | — | 200 | — | 296 | — | 145 | 165 | 6 |
| МП-6,3 подъемных машин НКМЗ с диаметром барабана 4 м | 72 569 (7 400) | 750 | 2452,0 (250) | 4 | 700 | 400 | 320 | От 140 до 220 | 535 | 312 | 260 | — | 15 |
| МП-10 подъемных машин НКМЗ с диаметром барабана 5; 6 м и БЦК | 117 680 (12 000) | 650 | 4315,0 (440) | 4 | 800 | 500 | 390 | От 180 до 260 | 535 | 343 | 260 | — | 15 |

Таблица 2.11

| Характеристика биений | Муфты | | | |
|---|---|---|---|---|
| | упругие втулочные | пружинные | зубчатые | |
| | | | МЗ | МЗП |
| Радиальное биение на контролируемом диаметре, мм: | | | | |
| до 200 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 |
| 200—400 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,25 |
| свыше 400 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Торцевое биение на контролируемом диаметре, мм: | | | | |
| до 200 | 0,05 | 0,1 | 0,05 | 0,15 |
| 200—400 | 0,1 | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
| свыше 400 | 0,15 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |

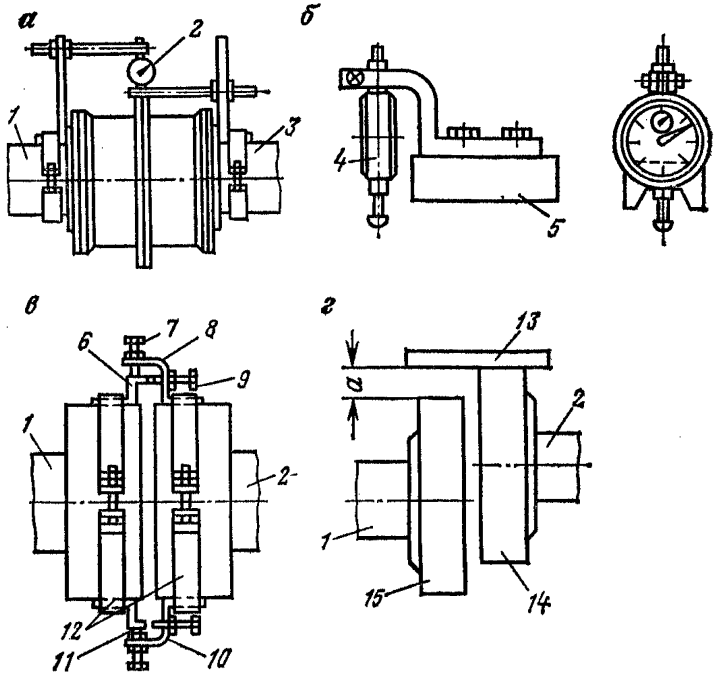



**Рис. 2.15. Измерение радиальных смещений:**
*1* и *3* — валы; *2* и *4* — индикаторы; *5* — призма; *6* и *11* — скобы; *7* и *9* — измерительные болты; *8* и *10* — скобы; *12* — хомуты; *13* — линейка; *14* и *15* — полумуфты

б) замер индикатором (с разборкой муфты), установленным на призме (рис. 2.15, *б*). При измерении призму опереть на центрирующий поясок полумуфты вала А, а штифт индикатора — в центрирующий поясок полумуфты вала Б. При каждом замере призму устанавливать в одно и то же положение, а штифт индикатора упирать в одну и ту же точку, для чего на полумуфтах сделать отметки мелом;

в) замер с помощью щупов и скобы (рис. 2.15, *в*). Скобу жестко закрепить на одной из полумуфт, а щупами измерить зазор между скобой и другой полумуфтой. Если скоба закреплена на полумуфте вала Б, то данные замеров записывать со знаком «минус», а если на полумуфте вала А, — со знаком «плюс». Замер щупами во всех положениях должно производить одно и то же лицо;

г) замер с помощью щупов и линейки (рис. 2.15, *г*). Если линейка прикладывается к валу Б, то данные замеров записывать со знаком «минус», а если к валу А, — со знаком «плюс»;

2) величину осевых зазоров между торцами полумуфт; измерения произвести одним из следующих способов:

а) замер с помощью индикаторов и центровочных приспособлений (рис. 2.16, *а*). Индикатор закрепить на валу А, а на вал Б установить площадки, в которые упереть штифты индикаторов. Показания индикаторов, установленных первоначально по вертикали, в круговую диаграмму (рис. 2.17) записать со знаком «минус»,

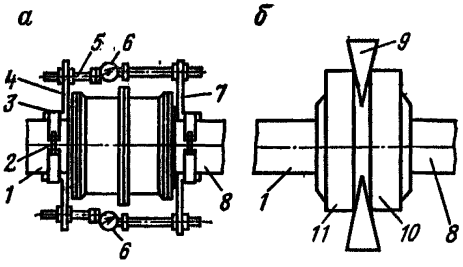



**Рис. 2.16. Измерение осевых зазоров:**
*1* и *8* — валы; *2* — болт; *3* — хомут; *4* и *7* — угольники; *5* — кронштейн; *6* — индикатор; *9* — клиновый щуп; *10* и *11* — полумуфты

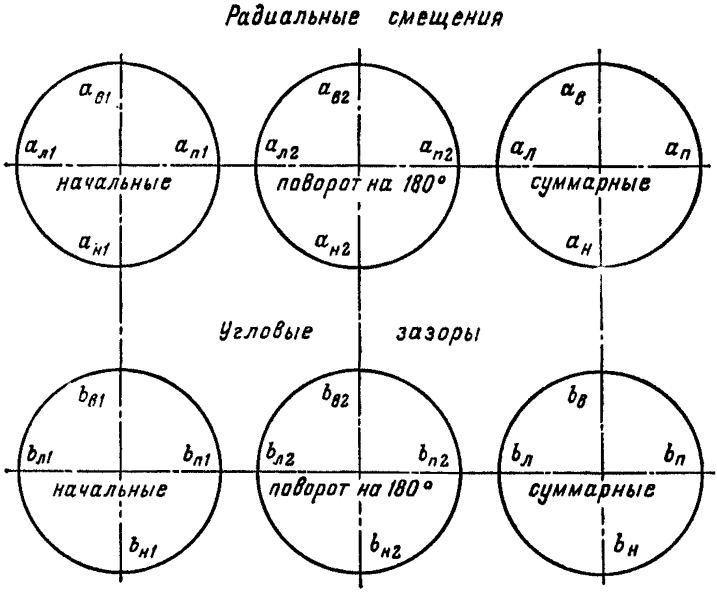



**Рис. 2.17. Круговая диаграмма для записи результатов измерений при исправлении соосности валов**

а затем провернуть совместно валы на 90, 180 и 270°. Данные замеров обоими индикаторами в соответствующих точках просуммировать;

б) замер щупами с помощью центровочной скобы (см. рис. 2.15, *в*) в четырех точках на вертикальном и горизонтальном диаметрах полумуфт; затем — в тех же точках при совместном повороте валов на 180°. Данные обоих замеров в соот-

ветствующих точках просуммировать. При замере щупами запись в формуляр производить по виду от вала А к валу Б со знаком «плюс»;

в) замер клиновым щупом (рис. 2.16, *б*);

3) фактические величины радиального и углового смещения по формулам:

а) радиального смещения (мм) вала Б относительно вала А

в горизонтальной плоскости

$$a_г = \frac{a_п - a_л}{4}; \tag{2.6}$$

в вертикальной плоскости

$$a_в = \frac{a_в - a_н}{4}; \tag{2.7}$$

в пространстве

$$a = \sqrt{a_г^2 + a_в^2}; \tag{2.8}$$

б) углового смещения (мм) вала Б относительно вала А

в горизонтальной плоскости

$$\operatorname{tg} \beta_г = \frac{b_п - b_л}{2D}; \tag{2.9}$$

в вертикальной плоскости

$$\operatorname{tg} \beta_в = \frac{b_в - b_н}{2D}; \tag{2.10}$$

в пространстве

$$\operatorname{tg} \beta = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta_г + \operatorname{tg}^2 \beta_в}, \tag{2.11}$$

где $a_п$, $a_л$, $a_в$, $a_н$ — радиальное смещение вала Б относительно вала А, в точках замера, мм; $b_п$, $b_л$, $b_в$, $b_н$ — суммарные осевые зазоры в точках замера между полумуфтами, мм; $D$ — диаметр, на котором производились замеры, мм.

Таблица 2.12

| Наименование вала | Зубчатые и пружинные муфты | | Примечание |
|---|---|---|---|
| | Угловое смещение | Радиальное смещение, мм | |
| Коренной вал барабана и редуктора (электродвигателя) | 0,002 (2 мм/м) | В 4 раза меньше значений, приведенных в выводе на стр. 40 для соответствующего размера муфты | Для упругих пальцевых муфт радиальное смещение принимается в 2 раза меньше по сравнению с зубчатыми муфтами соответствующих размеров, а угловое смещение — таким же |
| Приводной вал редуктора и электродвигателя | 0,001 (1 мм/м) | В 8 раз меньше значений, приведенных в выводе на стр. 40 для соответствующего размера муфты | |

Сравнить полученные значения с допустимыми, приведенными в табл. 2.12 и ниже

| № муфты | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Радиальное смещение осей валов для зубчатых муфт, мм | 1,1 | 1,2 | 1,7 | 2 | 2,2 | 2,6 | 3,1 | 3,2 | 3,6 | 3,9 | 4,8 |

| № муфты | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Радиальное смещение осей валов для зубчатых муфт, мм | 5,2 | 5,7 | 6,7 | 7,0 | 7,4 | 7,9 | 8,3 | 8,7 | 9,2 | 9,6 |

Если фактические величины радиального и углового смещений превышают допустимые значения, то произвести улучшение соосности валов. На эксплуатируемых подъемных машинах несоосность валов может быть значительно выше рекомендуемых. При принятии решения об улучшении соосности необходимо руководствоваться как отклонениями от нее, так и внешними факторами эксплуатации. Эксплуатационные допуски на несоосность валов подъемных машин, длительное время находящихся в эксплуатации, приведены в табл. 2.13;

Таблица 2.13

| № зубчатой или пружинной муфты | Коренной вал барабана и редуктора (электродвигателя) | | Приводной вал редуктора и электродвигателя | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|
| | радиальное смещение, мм | угловое смещение | радиальное смещение, мм | угловое смещение | |
| 2 | 0,27 | | 0,13 | | |
| 3 | 0,30 | | 0,15 | | |
| 4 | 0,42 | | 0,21 | | |
| 5 | 0,50 | | 0,25 | | |
| 6 | 0,55 | | 0,27 | | Для упругих пальцевых муфт радиальное смещение принимается в 2 раза меньше по сравнению с зубчатыми муфтами соответствующих размеров, а угловое смещение — таким же |
| 7 | 0,66 | | 0,32 | | |
| 8 | 0,77 | | 0,39 | | |
| 9 | 0,80 | | 0,4 | | |
| 10 | 0,90 | 0,002 | 0,45 | 0,001 | |
| 11 | 0,97 | (2 мм/м) | 0,49 | (1 мм/м) | |
| 12 | 1,20 | | 0,60 | | |
| 13 | 1,30 | | 0,65 | | |
| 14 | 1,40 | | 0,71 | | |
| 15 | 1,67 | | 0,84 | | |
| 16 | 1,75 | | 0,87 | | |
| 17 | 1,80 | | 0,90 | | |
| 18 | 1,96 | | 0,95 | | |
| 19 | 2,0 | | 1,0 | | |
| 20 | 2,1 | | 1,05 | | |
| 21 | 2,3 | | 1,10 | | |
| 22 | 2,4 | | 1,15 | | |

4) величину и направление перемещений (мм) подшипников или лап электродвигателя:

а) для первого подшипника (ближайшего к муфте)

в горизонтальной плоскости

$$x_{г1} = a_г + l_1 \operatorname{tg} \beta_г; \qquad (2.12)$$

в вертикальной плоскости

$$y_{в1} = a_в + l_1 \operatorname{tg} \beta_в; \qquad (2.13)$$

б) для второго подшипника

в горизонтальной плоскости

$$x_{г2} = a_г + l_2 \operatorname{tg} \beta_г; \qquad (2.14)$$

в вертикальной плоскости

$$y_{в2} = a_в + l_2 \operatorname{tg} \beta_в, \qquad (2.15)$$

где $l_1$, $l_2$ — расстояние между плоскостью разъема муфты и плоскостями, проходящими через середины первого и второго подшипников (или центра отверстий для крепежных болтов первой и второй лап), мм.

Положительные значения $x_{г1}$, $x_{г2}$, $y_{в1}$ и $y_{в2}$ свидетельствуют о том, что подшипники вала Б необходимо переместить вверх и вправо, а отрицательные — вниз и влево.

## 2.10.1. Проверка соосности валов подпружиненных редукторов

### 2.10.1.1. Проверка соосности коренного вала машины и редуктора

Проверить наличие необходимого количества масла в картере редуктора. Согласно рекомендациям завода-изготовителя рассоединить полумуфты и определить их положение друг относительно друга. Если положение полумуфт отличается от приведенного на рис. 2.18, то необходимо произвести исправление соосности валов.

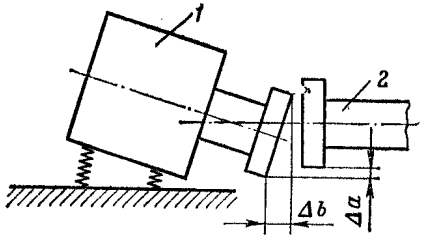



**Рис. 2.18. Положение рассоединительных полумуфт:**
*1* — редуктор; *2* — коренной вал машины

При исправлении соосности необходимо проверить:

1) величину радиального и осевого смещения валов с точностью до 0,1 мм и сравнить полученные результаты с допустимыми (табл. 2.14);

2) высоту каждого пружинного пакета (рис. 2.19) $H$ (с точностью до 0,5 мм) в двух-трех точках; за высоту пакета принять среднее арифметическое значение измеренных величин. Для этого приподнять редуктор так, чтобы торцы полумуфты были параллельны между собой с точностью не менее 0,1 мм.

Таблица 2.14

| Положение редуктора | Смещение (см. рис. 2.18), мм | Редуктор | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | РС-700 | 2ЦД-14 | 2ЦД-17 | 2ЦД-20 | 2ЦД-23 |
| Свободно опирается на пружины | $\Delta a$ | 0,5—1,2 | 0,3—1 | 0,2—0,8 | 0,1—0,6 | 0,1—0,4 |

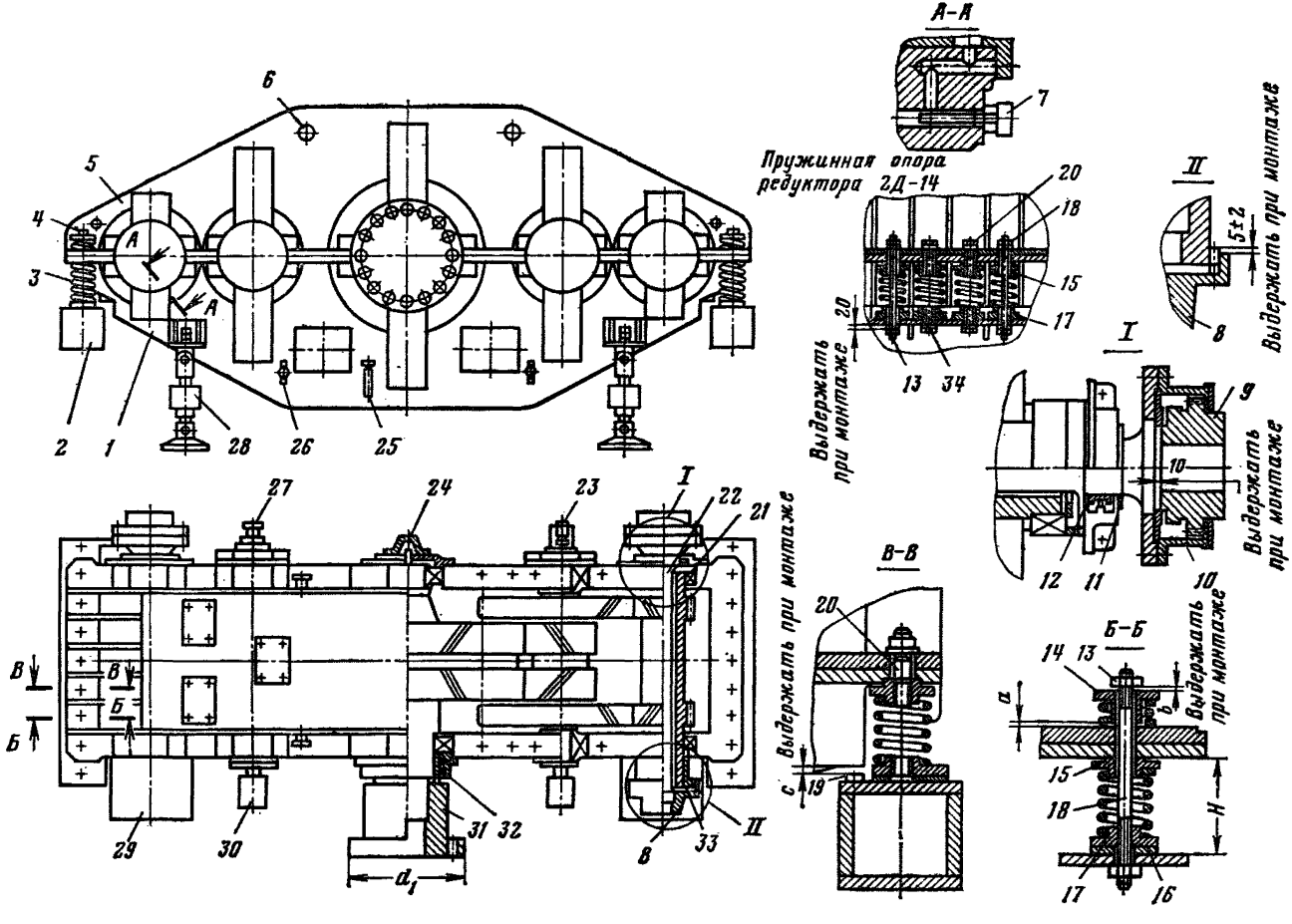

А-А
Пружинная опора редуктора 2Д-14
Выдержать при монтаже
Выдержать при монтаже
Выдержать при монтаже
Выдержать при монтаже
В-В
Б-Б
I
II
III
А
Б
В
d1
H
a
b
c
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34

Таблица 2.15

| Редуктор | Размер (см. рис. 2.19), мм | | Примечание |
|---|---|---|---|
| | $c$ | $b$ | |
| 2ЦД-14 | 20 | 20 | $K = 4$ мм для редуктора 2ЦД-17<br>$K = 3$ мм для редуктора 2ЦД-20 |
| 2ЦД-17<br>2ЦД-20<br>2ЦД-23 | $H_{ср}+K$ | $c-a$ | $K = 1$ мм для редуктора 2ЦД-23<br>$a$ — зазор между крышкой редуктора и втулкой *14* (см. рис. 2.19) |

3) высоту каждого пружинного пакета в свободном состоянии $H_{св}$ (аналогично п. 2) при полностью освобожденных пружинах;

4) величину сжатия (мм) каждой пружины от веса редуктора по формуле

$$H' = H_{св} - H, \tag{2.16}$$

а также среднюю величину сжатия пружин для каждой опоры в отдельности по формуле

$$H_{ср} = \frac{\sum_1^n H'}{n}; \tag{2.17}$$

где $n$ — количество пружин в опоре;

5) разность между величиной сжатия пружины $H'$ и средней величиной сжатия пружины в опоре $H_{ср}$

$$h = H' - H_{ср}. \tag{2.18}$$

Если для пружины обнаружена остаточная деформация более $\pm 2$ мм, то под такую пружину необходимо установить прокладку *16* (см. рис. 2.19), толщина (мм) которой отличается от ранее установленной на величину

$$\delta = H_{ср} - H - \Delta a, \tag{2.19}$$

где $\Delta a$ — радиальное смещение полумуфты редуктора, мм, или положить стальную пластинку необходимой толщины под втулку *17*.

При положительном значении «δ» прокладку необходимо увеличить на δ, при отрицательном — уменьшить. (За положительное значение радиального смещения принимается такое, когда полумуфта редуктора возвышается над полумуфтой вала машины).

Установить редуктор на пружинные опоры, проверить соосность валов и соединить полумуфты;

б) величину зазоров (при необходимости):

а) зазор $c$ — между корпусом редуктора и упором *19* (см. рис. 2.19) тумбы. Величина зазора должна соответствовать значениям, приведенным в табл. 2.15. Зазор $c$ регулируется изменением положения упора *19*;

б) зазор $в$ — между корончатой гайкой *13* и втулкой *14*. Зазор должен соответствовать данным, приведенным в табл. 2.15. Величина зазора регулируется изменением положения корончатой гайки *13*.

**Рис. 2.19. Редуктор 2ЦД:**

*1* — корпус; *2* — опорная тумба; *3* и *4* — пружины; *5* — крышка; *6* — захваты; *7* — термореле; *8* и *10* — зубчатые обоймы; *9* и *33* — зубчатые втулки; *11* — монтажное полукольцо; *12* и *32* — маслосбрасывающие кольца; *13* — корончатая гайка; *14*, *15* и *17* — втулки; *16* — прокладка; *18* и *20* — шпилька; *19* — упор; *21* — полая вал-шестерня; *22* — приводной вал; *23*, *24*, *27* и *30* — приводы аппаратов управления; *25* — указатель уровня масла; *26* — кран; *28* — демпфер; *29* — кожух; *31* — полумуфта главного вала; *34* — болт

#### 2.10.1.2. Проверка соосности приводного вала редуктора и вала электродвигателя

1) снять кожух *29* (см. рис. 2.19) и установить на приводной вал *22* редуктора монтажные кольца. При этом приводной вал должен занять центральное положение внутри полого вала;

2) у редуктора 2ЦД-14 осевым перемещением вала *22* найти его крайние положения, а затем установить в среднее. У остальных редукторов приводной вал *22* установить так, чтобы зубья втулки *33* выступали относительно зубьев обоймы *8* на 5 мм;

3) установить полумуфты параллельно между собой. Расстояние между торцами полумуфт должно быть выдержано в пределах 10 мм. (Улучшение соосности валов произвести одним из способов, изложенных в 2.10);

4) соединить муфты, снять монтажные кольца, установить кожух *29*, залить масло и проверить работу муфты при работающей машине.

### 2.10.2. Установка трехопорного вала

#### 2.10.2.1. Установка вала подъемной машины

При установке трехопорных валов необходимо проверить:

1) фактическое положение вала одним из следующих способов:

а) по нагрузке на опору. Застопорить вал у опоры и через динамометр подвесить его к крюку подъемного приспособления. Приподнять вал, положить под него полоску бумаги и опустить. Затем осторожно приподнять его и зафиксировать показания динамометра в момент отрыва вала от опоры по освобождению полоски бумаги. Показание динамометра в этот момент соответствует нагрузке на опору. При несоответствии показаний динамометра заводским требованиям необходимо переместить опору в вертикальном положении на требуемую величину

б) по отметкам опор. Установить опоры в вертикальной плоскости согласно рекомендациям завода-изготовителя;

в) по крайним опорам подшипников, установленным на одной линии, а по средним, опущенным ниже на величину 0,0002—0,0003 длины вала. Допускается среднюю и одну из крайних опор устанавливать на одной линии, а другую крайнюю — горизонтали на указанную величину;

2) положение вала в горизонтальной плоскости при помощи отвесов;

3) прилегание шейки вала среднего подшипника к нижнему вкладышу (см. 2.9.1).

#### 2.10.2.2. Установка вала преобразовательного агрегата подъемных машин с приводом по системе Г—Д

Если известны нагрузки на опоры, то установку вала произвести аналогично 2.10.2.1. При отсутствии заводских данных установку вала произвести одним из следующих способов.

Первый способ:

а) определить нагрузки на опоры расчетным путем. При этом статически неопределенную систему трехопорного вала заменить с достаточной для практических целей точностью статически определенной, считая, что масса ротора крупной машины с частотой вращения до 1000 мин$^{-1}$ равна 50% общей массы машины.

Нагрузка на опоры равна (рис. 2.20):

на подшипник № 1 от веса $P_1$

$$Q_1 = P_1 \frac{l_2}{l_{1-2}}; \qquad (2.20)$$

на подшипник № 2 от веса $P_1$

$$Q_1' = P_1 \frac{l_1}{l_{1-2}}; \qquad (2.21)$$

на подшипник № 2 от веса $P_2$

$$Q_1'' = P_2 \frac{l_4}{l_{3-4}}; \qquad (2.22)$$

на подшипник № 2 от веса $P_1$ и $P_2$

$$Q_2 = Q_1' + Q_1''; \qquad (2.23)$$

на подшипник № 3 от веса $P_2$

$$Q_3 = P_2 \frac{l_3}{l_{3-4}}; \qquad (2.24)$$

б) установить вал согласно рекомендациям 2.10.2.1.

Второй способ:

а) установить при помощи отвесов в горизонтальной плоскости стояки всех подшипников;

б) установить стояки подшипников синхронного электродвигателя на одном уровне в вертикальной плоскости так, чтобы наклон шеек валов имел одинаковую величину и был направлен внутрь;

в) удалить стяжные болты муфты и вместо них установить предохранительные шпильки;

г) раздвинуть полумуфты на 1—2 мм;

д) измерить радиальные и осевые зазоры в положении 0 и при повороте на 180°. Если зазоры в диаметрально противоположных точках отличаются друг от друга более чем на 0,1 мм, то изменением положения подшипникового стояка генератора добиться необходимой точности;

е) удалить предохранительные шпильки и соединить полумуфты.

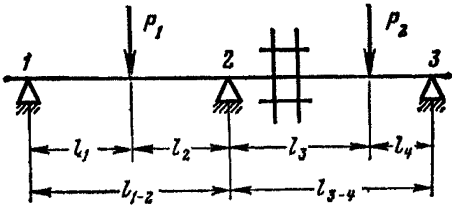



**Рис. 2.20. Определение нагрузок на подшипники трехопорного вала**

## 2.11. РЕВИЗИЯ И НАЛАДКА МАСЛОСМАЗКИ

Перед ревизией и наладкой маслосмазки необходимо по «Книге расхода смазочных материалов» проверить сорт смазки, количество залитого масла и срок ее замены в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя. Проверка заключается в оценке состояния масла и режима смазки зубчатых колес редуктора и подшипников. Независимо от срока заливки масло подлежит замене при загрязнении, окислении, разложении (специфический запах, клейкость). Для правильной оценки степени загрязненности масла проверку необходимо производить не позже чем через полчаса после остановки машины. Перед каждой заливкой масла масляную ванну и маслопроводы промыть смесью керосина и любого маловязкого масла в пропорции 1 : 1. Заливку масла необходимо производить через мелкую металлическую сетку.

При ревизии и наладке маслосмазки необходимо проверить:

1) подшипники скольжения:

а) с кольцевой смазкой — чистоту масляной ванны, вращение смазочных колец и уровень масла в каждом подшипнике, который должен быть равен 7/8 высоты масломерного стекла указателя уровня;

б) с принудительной смазкой — поступление масла в подшипники и при необходимости отрегулировать его. Масло не должно скапливаться в указателях подачи и течь непрерывной струей диаметром 3—6 мм;

2) подшипники качения:

а) с индивидуальной смазкой — заполнить подшипник пластической смазкой в объеме, рекомендованном заводом-изготовителем. При отсутствии заводских рекомендаций свободное пространство подшипника заполнить на 1/3 объема смазкой «Литол-24»;

б) с принудительной смазкой — отрегулировать поступление масла в подшипники;

3) температуру нагрева масла. Температура нагрева не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 25 °С;

4) редуктор:

а) с индивидуальной смазкой — чистоту масляной ванны и уровень смазки, который должен быть не менее 7/8 высоты масломерного стекла или находиться между верхней и нижней рисками жезлового маслоуказателя. Главное колесо редуктора должно погружаться в масляную ванну не менее чем на 50 мм;

б) с принудительной смазкой — поступление смазки и исправность маслонасосов. Маслонасосы должны обеспечивать паспортную производительность. При падении производительности на 30% произвести ревизию маслонасосов и заменить изношенные детали и узлы;

5) работу маслофильтров;

6) подачу масла в зубчатые зацепления и отрегулировать положение сопел. Струи масла должны быть направлены в зацепления, иметь веерообразную форму и распространяться на всю ширину колеса;

7) давление масла в системе. Установить пределы давления масла в системе согласно рекомендациям завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных необходимо руководствоваться данными, приведенными в табл. 2.16;

8) отсутствие течи масла. При наличии течи промыть и прочистить маслоулавливающие приспособления, канавки и трубы. Течь устранить установкой новых прокладок, уплотнений (где предусмотрено конструкцией) или пастой «Герметик»;

Таблица 2.16

| Наименование | Подъемные машины завода | | |
|---|---|---|---|
| | НКМЗ | Завода им. ЛКУ | |
| | | барабанные | многоканатные |
| Давление масла до фильтра, Па (кгс/см²), не более | $3{,}92 \cdot 10^5$ (4,0) | $2{,}94 \cdot 10^5$ (3,0) | — |
| Давление масла после фильтра, Па (кгс/см²) | $2{,}4 \cdot 10^5$— $2{,}94 \cdot 10^5$ (2,5—3) | $9{,}8 \cdot 10^4$— $1{,}47 \cdot 10^5$ (1,0—1,5) | $3{,}92 \cdot 10^5$ (4,0) |
| Падение давления масла на фильтре, Па (кгс/см²), не более | $9{,}8 \cdot 10^4$ (1,0) | $1{,}47 \cdot 10^5$ (1,5) | $4{,}9 \cdot 10^4$ (0,5) |
| Давление масла, при котором срабатывает предохранительный клапан, Па (кгс/см²), не более | $4{,}4 \cdot 10^5$ (4,5) | $3{,}42 \cdot 10^5$ (3,5) | $4{,}4 \cdot 10^5$ (4,5) |
| Пределы регулирования реле давления: | | | |
| высокого | — | $2{,}94 \cdot 10^5$ (3,0) | — |
| низкого | — | $1{,}47 \cdot 10^5$ (1,5) | — |

9) работу блокировки системы смазки. Блокировка осуществляется блок-контактами пускателя маслонасоса, указателями движения масла и реле давления. Указатель движения масла должен быть отрегулирован так, чтобы его контакты размыкались при минимально допустимом расходе масла. Реле давления должно сработать при давлении масла в системе ниже 98 кПа (1 кгс/см$^2$). Блокировка системы смазки не должна препятствовать окончанию начавшегося цикла.

## 2.12. МЕХАНИЧЕСКИЕ УКАЗАТЕЛИ ГЛУБИНЫ

При ревизии и наладке механических указателей глубины необходимо проверить:

1) точность и правильность показания стрелок. Стрелки должны соответствовать положению подъемных сосудов в стволе и направлению их движения. Рекомендуется масштабная разбивка шкалы через 5—10 м, при этом должно быть задействовано не менее 3/4 шкалы. В процессе регулировки хода стрелки необходимые отключения привода указателя глубины производить при помощи стопорной муфты;

2) наличие метки, обозначающей точку начала замедления;

3) состояние механической передачи: наличие шпонок, целость зубьев, шестерен, отсутствие искривления валов и заеданий в кинематической передаче; величину люфта в звеньях передачи. При необходимости ограничить люфт, необходимо установить дополнительные опорные прокладки под крышки подшипников червяка или заменить изношенные детали;

4) состояние подшипников (см. 2.9.1 и 2.9.2);

5) работу сцепного механизма (для указателей колонкового типа). При проверке необходимо, включая и выключая стопорную муфту, убедиться в свободном ее перемещении от руки. Обратить внимание на состояние пальцев муфты и их комплектность;

6) состояние звуковой предупредительной сигнализации (для указателей колонкового типа). Звуковая сигнализация должна быть четкой и достаточно громкой в условиях производственного шума и не похожей на другие сигналы. При заключительной части подъемного цикла должны последовательно подаваться два сигнала: первый сигнализирует о необходимости начала торможения, а второй — о подходе сосуда к приемной площадке или начале последнего оборота органа навивки;

7) наличие смазки. В указателях глубины колонкового типа и не имеющих масляных ванн, а также в указателях циферблатного типа зубчатые передачи (редуктор) и полости подшипников смазать солидолом. В остальных указателях глубины колонкового типа при наличии загрязненного масла заменить его.

Масленки должны быть заполнены смазкой. Замена масла с промывкой деталей и корпуса должна производиться через каждые полгода.

# 3. РЕВИЗИЯ И НАЛАДКА ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ

## 3.1. ТРЕБОВАНИЯ К ТОРМОЗНЫМ УСТРОЙСТВАМ

К тормозным устройствам шахтных подъемных машин установлен ряд требований, выполнение которых должно быть обеспечено постоянно. Наладочная бригада должна проверить выполнение этих требований, произвести инструментальную проверку состояния тормозного устройства, наладку и испытание тормоза.

1. Величина коэффициента статической надежности предохранительного тормоза должна быть не менее значений, приведенных ниже.

| Угол наклона выработки, градус | До 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Минимально допустимый коэффициент статической надежности тормоза $K$ | 1,80 | 1,84 | 1,88 | 1,92 | 1,96 | 2,00 | 2,12 | 2,24 | 2,36 |
| Угол наклона выработки, градус | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 и более | | |
| Минимально допустимый коэффициент статической надежности тормоза $K$ | 2,48 | 2,60 | 2,68 | 2,76 | 2,84 | 2,92 | 3,00 | | |

Коэффициент статической надежности $K$ определяется как отношение тормозного момента $M_т$ к максимальному статическому моменту $M_{ст}$ на коренном валу, создаваемому разностью натяжений ветвей канатов:

$$K = \frac{M_т}{M_{ст}} \geqslant [K]. \qquad (3.1)$$

Рабочий тормоз в случае необходимости должен обеспечивать получение тормозного момента такой же величины.

При переменном угле наклона выработки величина тормозного момента должна обеспечивать создание требуемого коэффициента статической надежности тормоза для каждого участка выработки с относительно постоянным углом наклона.

2. Для двухбарабанных подъемных машин и машин с разрезным барабаном величина коэффициента статической надежности тормоза при перестановке барабанов $K'$ как предохранительного, так и рабочего тормоза должна быть не менее 1,2. Эта величина определяется как отношение тормозного момента $M'_т$, создаваемого на одном тормозном ободе, к максимальному статическому моменту $M'_{ст}$, создаваемому массой порожнего подъемного сосуда (противовеса) и каната на одном барабане (части барабана):

$$K' = \frac{M'_т}{M'_{ст}} \geqslant 1{,}2. \qquad (3.2)$$

3. Для двухконцевых барабанных подъемных машин величина коэффициента статической надежности $K''$ предохранительного тормоза при обрыве одного из канатов должна быть не менее 1,2. Эта величина определяется как отно-

шение тормозного момента $M_т$ к статическому моменту $M''_{ст}$, создаваемому максимальным натяжением одного каната:

$$K'' = \frac{M_т}{M''_{ст}} \geqslant 1{,}2. \qquad (3.3)$$

4. Величина коэффициента статической надежности рабочего тормоза $K_р$ машин и лебедок с грузовым приводом тормоза должна быть не менее 1,5. Эта величина определяется отношением тормозного момента рабочего тормоза $M_{тр}$, приведенного к коренному валу, к максимальному статическому моменту $M_{ст}$:

$$K_р = \frac{M_{тр} i_{ред}}{M_{ст} \eta_{ред}} \geqslant 1{,}5, \qquad (3.4)$$

где $i_{ред}$ — передаточное число редуктора; $\eta_{ред}$ — коэффициент полезного действия редуктора.

5. Продолжительность холостого хода предохранительного тормоза действующих подъемных машин не должна превышать 0,5 с при пневматическом приводе тормоза и 0,6 с при гидравлическом; для вновь создаваемых конструкций тормозных устройств продолжительность холостого хода должна быть не более 0,3 с, а для проходческих лебедок — 1,5 с.

Время срабатывания предохранительного тормоза (с учетом времени холостого хода) не должно превышать 0,8 с.

Продолжительность холостого хода тормоза — это время, протекающее с момента разрыва цепи защиты до момента появления усилий в исполнительном органе тормоза.

Таблица 3.1

| Угол наклона выработки, градус | Допустимое замедление при предохранительном торможении при подъеме расчетного груза, м/с², не более | Угол наклона выработки, градус | Допустимое замедление при предохранительном торможении при подъеме расчетного груза, м/с², не более |
|---|---|---|---|
| 5 | 0,80 | 28 | 3,30 |
| 6 | 0,88 | 29 | 3,40 |
| 7 | 0,96 | 30 | 3,50 |
| 8 | 1,04 | 31 | 3,60 |
| 9 | 1,12 | 32 | 3,70 |
| 10 | 1,20 | 33 | 3,80 |
| 11 | 1,32 | 34 | 3,90 |
| 12 | 1,44 | 35 | 4,00 |
| 13 | 1,56 | 36 | 4,10 |
| 14 | 1,68 | 37 | 4,20 |
| 15 | 1,80 | 38 | 4,30 |
| 16 | 1,94 | 39 | 4,40 |
| 17 | 2,08 | 40 | 4,50 |
| 18 | 2,22 | 41 | 4,55 |
| 19 | 2,36 | 42 | 4,60 |
| 20 | 2,50 | 43 | 4,65 |
| 21 | 2,60 | 44 | 4,70 |
| 22 | 2,70 | 45 | 4,75 |
| 23 | 2,80 | 46 | 4,80 |
| 24 | 2,90 | 47 | 4,85 |
| 25 | 3,00 | 48 | 4,90 |
| 26 | 3,10 | 49 | 4,95 |
| 27 | 3,20 | 50 не более | 5,00 |

Время срабатывания тормоза — время, протекающее с момента разрыва цепи защиты до момента нарастания тормозного усилия до величины, равной статическому (разности статических натяжений канатов).

6. Среднее значение замедления подъемной установки в процессе предохранительного торможения при спуске расчетного груза $[a_c]$ должно составлять не менее 0,75 м/с² при углах наклона выработок до 30° и не менее 1,5 м/с² — при углах более 30°.

Для наклонных подъемных установок, имеющих участки с углами наклона до 30 и свыше 30°, допустимое замедление в процессе предохранительного торможения при спуске груза определяется углом наклона нижнего участка выработки.

Для грузовых подъемных машин со шкивами трения, не предназначенных для спуска груза, допускается замедление при предохранительном торможении при спуске груза менее 1,5 м/с², но не менее 1,0 м/с², если такие установки оборудованы блокировочными устройствами, запрещающими спуск груза со скоростью свыше 1,5 м/с².

7. В зависимости от угла наклона выработки при подъеме расчетного груза средние величины замедления на всем пути при предохранительном торможении не должны превышать значений, приведенных в табл. 3.1.

Для подъемных установок с переменным углом наклона выработок величины замедления для каждого из участков с относительно постоянным углом наклона должны быть не больше значений, приведенных в табл. 3.1.

В установках со шкивами трения замедление как при рабочем, так и при предохранительном торможении не должно превышать величины, обусловленной возможностью проскальзывания каната по шкиву.

## 3.2. ПОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ТОРМОЗА

Поверочный расчет тормоза необходимо производить:

при сдаче в эксплуатацию вновь смонтированной подъемной установки или при первичном составлении отчета по ревизии и наладке установки;

при изменении массы полезного груза, канатов или подъемных сосудов (противовеса);

при изменении высоты или наклонной длины подъема;

при изменении профиля наклонной выработки.

Расчет тормоза заключается в следующем:

1) определить фактические нагрузки на подъемную машину;

2) выбрать тормозные моменты предохранительного и рабочего торможения для обеспечения требований, изложенных в 3.1;

3) рассчитать параметры тормозных приводов (масса тормозных грузов, затяжка пружинных блоков, давление масла или воздуха и т. д.).

Если фактическая нагрузка на подъемную машину (максимальное статическое натяжение каната, максимальная разность статических натяжений канатов) превышает допустимую или существующее тормозное устройство не может обеспечить выполнение требований, изложенных в 3.1, то совместным решением шахты или производственного объединения, завода-изготовителя подъемной машины, проектной и наладочной организаций принять меры по уменьшению нагрузки или замене приводов тормоза на больший типоразмер.

Для поверочного расчета тормоза необходимы следующие исходные данные, которые выдаются шахтой наладочной бригаде и удостоверяются подписями главного механика и главного маркшейдера шахты (шахтоуправления):

высота подъема $H$ или наклонная длина подъема $L$;

расстояние от верхней приемной площадки до оси копрового или канатоведущего шкива $h$, для наклонного подъема без копровых шкивов — расстояние от верхней приемной площадки до оси органа навивки $l$.

В формулы определения статических натяжений канатов вертикальных подъемов подставлять фактические значения $h$ только в случае установки подъемных машин на башенных копрах. При установке машин на нулевой площадке принимать $h = 0$, так как участок каната от нулевой площадки до копрового

шкива уравновешивается струной каната и не создает усилия на окружности органа навивки;

высота петли уравновешивающих канатов в зумпфе $h_у$;

масса 1 м каната, головного $q_г$ и уравновешивающего $q_у$; для многоканатного подъема — суммарная масса 1 м канатов;

масса подъемных сосудов с подвесными и парашютными устройствами $Q_с$;

число вагонеток в клети $m$; для наклонного подъема — число вагонеток или скипов в партии;

масса вагонеток или наклонного скипа $Q$;

масса противовеса $Q_{пр}$;

максимальное число людей в клети или составе вагонеток;

угол наклона выработки $\alpha$. Для выработок с переменным углом наклона должен быть построен профиль с разбивкой на ряд участков с указанием длины каждого участка и преобладающего угла наклона на каждом участке;

расчетная масса груза $Q_{гр}$ в скипе или вагонетке. При определении расчетной массы груза для людского подъема масса одного человека принимается равной 80 кг.

## 3.2.1. Определение статических натяжений ветвей канатов, максимальной разности статических натяжений и статических моментов нагрузки подъемных машин

Единицей измерения статических натяжений ветвей канатов принят килоньютон (кН), а статических моментов нагрузки — килоньютонометр (кН·м).

### 3.2.1.1. Вертикальный подъем с цилиндрическим органом навивки или шкивом трения

Максимальное статическое натяжение груженого каната (груженой ветви каната или канатов) при легких уравновешивающих канатах ($q_г \geqslant q_у$) или их отсутствии определить по формуле

$$T_{гр} = g\,[Q_{гр} + Q_с + mQ + q_г\,(H + h) + q_у\,h_у]\;10^{-3}, \qquad (3.5)$$

а при тяжелых уравновешивающих ($q_г < q_у$) по формуле

$$T_{гр} = g\,[Q_{гр} + Q_с + mQ + q_г h + q_у\,(H + h_у)]\;10^{-3}, \qquad (3.6)$$

где $g = 9{,}81$ — ускорение свободного падения тела, м/с$^2$.

Минимальное статическое натяжение порожнякового каната (порожняковой ветви каната или канатов) при легких уравновешивающих канатах или их отсутствии определить по формуле

$$T_{пор} = g\,[Q_с + mQ + q_г h + q_у\,(H + h_у)]\;10^{-3}, \qquad (3.7)$$

а при тяжелых уравновешивающих — по формуле

$$T_{пор} = g\,[Q_с + mQ + q_г\,(H + h) + q_у h_у]\;10^{-3}. \qquad (3.8)$$

Обычно при подъеме груза двухклетевым подъемом в опускающуюся клеть устанавливают порожние вагонетки в количестве, равном количеству поднимаемых вагонеток с грузом. Однако для барабанных машин может быть допущен режим подъема груза при порожней опускающейся клети, если при этом не будет превышена допустимая разность статических натяжений канатов и коэффициент статической надежности тормоза будет не менее 3. Тогда в формулах (3.7) и (3.8) следует принять $mQ = 0$. В остальных случаях принять фактические значения $m$ и $Q$, а в отчете по ревизии, наладке и испытанию подъемной машины сделать запись о недопустимости подъема груза без установки порожних вагонеток в опускающуюся клеть.

При разной массе подъемных сосудов бо́льшую величину подставить в формулу (3.5) или (3.6), а меньшую — в формулу (3.7) или (3.8).

Для однососудного подъема с противовесом вначале необходимо проверить правильность выбора массы противовеса, которая должна быть равна

$$Q_{пр} = Q_c + 0{,}5\,(Q_{гр} + mQ). \tag{3.9}$$

Фактическая масса противовеса может иметь отклонение от расчетной в ту или иную сторону. Допускаемая величина отклонения в пределах половины массы одной наборной плиты противовеса.

Статические натяжения каната (ветви каната или канатов) противовеса определить при верхнем и нижнем положениях последнего по формулам

$$T^{в}_{пр} = g\,[Q_{пр} + q_г h + q_у\,(H + h_у)]\,10^{-3}; \tag{3.10}$$

$$T^{н}_{пр} = g\,[Q_{пр} + q_г\,(H + h) + q_у h_у]\,10^{-3}. \tag{3.11}$$

Максимальную разность статических натяжений канатов определить по формулам:

для двухсосудного подъема

$$T_0 = T_{гр} - T_{пор} \tag{3.12}$$

(одноконцевой подъем является частным случаем, когда $Q_{пр} = 0$);

для однососудного подъема с противовесом, когда масса противовеса меньше расчетной

$$T_0 = T_{гр} - T_{пр}, \tag{3.13}$$

причем в качестве $T_{пр}$ принять: $T^{в}_{пр}$ для подъема с легкими уравновешивающими канатами или без них и $T^{н}_{пр}$ для подъема с тяжелыми уравновешивающими канатами;

для однососудного подъема с противовесом, когда масса противовеса больше расчетной

$$T_0 = T_{пр} - T_{пор}, \tag{3.14}$$

причем в качестве $T_{пр}$ принять: $T^{н}_{пр}$ для подъема с легкими уравновешивающими канатами или без них и $T^{в}_{пр}$ для подъема с тяжелыми равновешивающими канатами.

Максимальный статический момент нагрузки:

$$M_{ст} = T_0 R_н, \tag{3.15}$$

где $R_н$ — радиус навивки каната, м.

Для двухбарабанных машин и машин с разрезным цилиндрическим барабаном необходимо определить максимальное статическое натяжение каната при перестановке:

для двухсосудного подъема при легких уравновешивающих канатах или их отсутствии

$$T' = g\,(Q_c + q_г H + q_у h_у)\,10^{-3}; \tag{3.16}$$

для двухсосудного подъема при тяжелых уравновешивающих канатах

$$T' = g\,[Q_c + q_у\,(H + h_у)]\,10^{-3}. \tag{3.17}$$

При разномассовых сосудах в формулы (3.16) и (3.17) следует подставить значение большой массы сосуда, а для однососудного подъема с противовесом в эти формулы вместо $Q_c$ подставить $Q_{пр}$.

Кроме того, для подъемных машин, имеющих раздельные источники усилия рабочего и предохранительного торможений, должно быть определено максимальное статическое натяжение $T'_з$ каната, закрепленного на заклиненном барабане (части барабана), при перестановке, поскольку рабочий тормоз должен быть рассчитан на удержание заклиненной части, в то время как переставная часть удерживается предохранительным тормозом.

Максимальный статический момент при перестановке определить по формуле

$$M'_{ст} = T' R_н, \tag{3.18}$$

а максимальный статический момент на заклиненной части

$$M'_{ст.\,з} = T'_з R_н. \tag{3.19}$$

Для двухконцевого подъема необходимо определить максимальный статический момент в одноконцевом режиме (в случае обрыва одного из канатов) по формуле

$$M''^{а}_{ст} = T_{гр} R_н. \tag{3.20}$$

### 3.2.1.2. Вертикальный подъем с бицилиндроконическим барабаном

Для подъемов с бицилиндроконическим барабаном в дополнение к приведенным выше исходным данным необходимы следующие:

число витков каната, навиваемых на большой барабан $n_б$, на коническую часть $n_к$ и на малый барабан $n_м$; длина каната $l_к$, навиваемая на коническую часть.

По имеющимся исходным данным построить диаграммы статических натяжений канатов в функции оборотов барабана и диаграммы статических моментов. Затем построить диаграмму разности статических моментов, из которой выбрать максимальную разность $M_{ст}$.

Однако в случаях, когда $n_б \gg n_к + n_м$, нет необходимости строить диаграммы статических натяжений и моментов. Достаточно аналитически определить эти величины для критических точек и выбрать из них максимальные величины статических натяжений канатов и моментов. Такими критическими точками при подъеме правого сосуда являются (рис. 3.1): *1* — начало подъема; *3* — выход груженого каната с конической части на большой барабан; *5* — сход порожнякового каната с конической части на малый барабан. При подъеме левого сосуда критическими точками будут соответственно *6*, *4* и *2*.

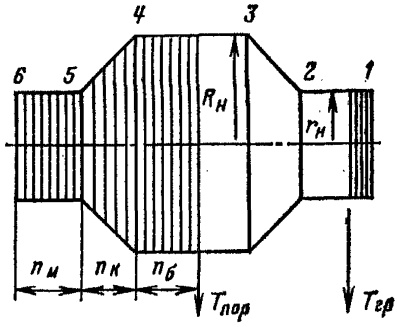



**Рис. 3.1. Расположение критических точек на бицилиндроконическом барабане**

Статические натяжения канатов при прохождении груженым канатом критических точек составляют:

$$T^{1,6}_{гр} = g\,(Q_{гр} + Q_с + mQ + q_г H)\,10^{-3}; \tag{3.21}$$

$$T^{1,6}_{пор} = g\,(Q_с + mQ)\,10^{-3}; \tag{3.22}$$

$$T^{3,4}_{гр} = g\,[Q_{гр} + Q_с + mQ + q_г\,(H - 2\pi_н n_м - l_к)]\,10^{-3}; \tag{3.23}$$

$$T^{3,4}_{пор} = g\,[Q_с + mQ + q_г 2\pi R_н\,(n_м + n_к)]\,10^{-3}; \tag{3.24}$$

$$T^{5,2}_{гр} = g\,[Q_{гр} + Q_с + mQ + q_г 2\pi R_н n_м]\,10^{-3}; \tag{3.25}$$

$$T^{5,2}_{пор} = g\,[Q_с + mQ + q_г\,(H - 2\pi r_н n_м)]\,10^{-3}. \tag{3.26}$$

где $R_н$ — радиус большого барабана, м; $r_н$ — радиус малого барабана, м.

Как и в случае двухклетевого подъема с цилиндрическим органом навивки в формулы определения $T_{пор}$ подставить $mQ = 0$, если по допустимой разности статических натяжений канатов и величине тормозного момента возможен подъем груза при порожней опускающейся клети. При разной массе подъемных сосудов

бо́льшая величина массы подставляется в формулы (3.21), (3.23) и (3.25), а меньшая — в формулы (3.22), (3.24) и (3.26). При этом определить, какие точки будут критическими (нечетные или четные согласно рис. 3.1).

Для однососудного подъема с противовесом необходимо проверить правильность выбора массы противовеса по формуле (3.9).

Если масса противовеса меньше расчетной, то статические натяжения канатов определить для случая подъема груза по формулам (3.21)÷(3.26), причем в формулы (3.22), (3.24) и (3.26) вместо $Q_c + mQ$ подставлять $Q_{пр}$.

Если же масса противовеса больше расчетной, то статические натяжения канатов определить для случая перегона порожнего сосуда по формулам:

$$T_{пр} = g\,(Q_{пр} + q_г H)\,10^{-3}; \tag{3.27}$$

$$T^{1,6}_{пор} = gQ_c 10^{-3}; \tag{3.28}$$

$$T^{3,4}_{пр} = g\,[Q_{пр} + q_г\,(H - 2\pi R_н n_м - l_к)]\,10^{-3}; \tag{3.29}$$

$$T^{3,4}_{пор} = g\,[Q_c + q_г 2\pi R_н\,(n_м + n_к)]\,10^{-3}; \tag{3.30}$$

$$T^{5,2}_{пр} = g\,(Q_{пр} + q_г 2\pi R_н n_м)\,10^{-3}; \tag{3.31}$$

$$T^{5,2}_{пор} = g\,[Q_c + q_г\,(H - 2\pi r_н n_м)]\,10^{-3}. \tag{3.32}$$

Максимальная разность статических натяжений канатов для двухсосудного подъема или однососудного подъема с противовесом, масса которого меньше расчетной, равна

$$T_0 = T^{1,6}_{гр} - T^{1,6}_{пор}, \tag{3.33}$$

а для однососудного подъема с противовесом, масса которого больше расчетной,

$$T_0 = T^{1,6}_{пр} - T^{1,6}_{пор}. \tag{3.34}$$

Статические моменты при прохождении канатами критических точек для двухсосудного подъема или для однососудного с противовесом массой меньше расчетной определить по формулам:

$$M^{1,6}_{ст} = T^{1,6}_{гр} r_н - T^{1,6}_{пор} R_н; \tag{3.35}$$

$$M^{3,4}_{ст} = [T^{3,4}_{гр} - T^{3,4}_{пор}]\,R_н; \tag{3.36}$$

$$M^{5,2}_{ст} = T^{5,2}_{гр} R_н - T^{5,2}_{пор} r_н, \tag{3.37}$$

а для однососудного подъема с противовесом массой больше расчетной — по формулам:

$$M^{1,6}_{ст} = T^{1,6}_{пр} r_н - T^{1,6}_{пор} R_н; \tag{3.38}$$

$$M^{3,4}_{ст} = \left(T^{3,4}_{пр} - T^{3,4}_{пор}\right) R_н; \tag{3.39}$$

$$M^{5,2}_{ст} = T^{5,2}_{пр} R_н - T^{5,2}_{пор} r_н. \tag{3.40}$$

При расчете тормозных моментов выбрать максимальную величину $M_{ст}$ из этих формул.

Максимальные статические натяжения канатов при перестановке для двухсосудного подъема определить для критических точек *1* (*6*) и *3* (*4*) по формулам:

$$T'_{1,6} = g\,(Q_c + q_г H)\,10^{-3}; \tag{3.41}$$

$$T''_{3,4} = g\,(Q_c + q_г 2\pi R_н n_6)\,10^{-3}, \tag{3.42}$$

причем при разномассовых сосудах в эти формулы подставить массу более тяжелого сосуда.

Для одноосудного подъема с противовесом необходимо учитывать, на какую часть барабана навивается канат противовеса. Если канат навивается на переставную часть, то натяжения его в критических точках определить по формулам (3.41) и (3.42), в которые вместо $Q_c$ подставить $Q_{пр}$.

Если же канат противовеса навивается на заклиненную часть, то расцепление барабана при нижнем положении противовеса невозможно, так как при этом разрез барабана занят канатом подъемного сосуда. Однако в редких случаях розможно опускание противовеса на нижнюю приемную площадку при расцепленном барабане (например, при освобождении навивочной поверхности барабана для ремонта). Поскольку такие операции производятся редко, при расчете тормоза они не учитываются. Если же возникает необходимость такой операции, то предварительно следует выполнить дополнительный расчет тормоза. При этом обычно уменьшается масса противовеса снятием части наборных плит. Для обычных же маневров с противовесом при расцепленном барабане принять верхнее положение противовеса, при котором натяжение каната

$$T^{в}_{пр} = gQ_{пр}10^{-3}. \tag{3.43}$$

Небольшим отклонением $T^{в}_{пр}$ от этой величины, вызванным изменением длины вертикальной части каната при маневрах, можно пренебречь.

Статические моменты при перестановке барабанов определить по формулам

$$M'_{ст\ 1,6} = T'_{1,6}r_{н}; \tag{3.44}$$

$$M'_{ст\ 3,4} = T'_{3,4}R_{н}; \tag{3.45}$$

$$M'_{ст\ в} = T^{в}_{пр}R_{н}. \tag{3.46}$$

Из формул (3.44) и (3.45) выбрать максимальную величину $M'_{ст}$, которую и учитывать при расчете тормоза.

Как и для машин с цилиндрическим органом навивки для проверки рабочего тормоза определить максимальный статический момент на заклиненной части барабана $M'_{ст.з}$ при перестановке.

Максимальные статические моменты при обрыве одного из канатов определить для критических точек 1 (*6*) и 3 (*4*)

$$M''_{ст\ 1,6} = T^{1,6}_{гр}r_{н}; \tag{3.47}$$

$$M''_{ст\ 3,4} = T^{3,4}_{гр}R_{н}, \tag{3.48}$$

из которых выбрать максимальную величину $M''_{ст}$.

### 3.2.1.3. Одноконцевой наклонный подъем с постоянным углом наклона выработки

Статическое натяжение каната при подъеме расчетного груза

$$T_{гр.\,п} = g\{[Q_c + m(Q_{гр} + Q)](\sin\alpha + f_1\cos\alpha + \\ + g_г(L + l)(\sin\alpha + f_2\cos\alpha)\}\ 10^{-3}; \tag{3.49}$$

где $f_1$ — коэффициент сопротивления движению вагонетки по наклонной выработке (табл. 3.2); $f_2 = 0{,}3$ — коэффициент трения каната о ролики и частично о почву выработки.

Статическое натяжение каната при спуске расчетного груза

$$T_{гр.\,с} = g\{[Q_c + m(Q_{гр} + Q)](\sin\alpha - f_1\cos\alpha + \\ + q_г(L + l)\sin\alpha - f_2\cos\alpha)\}\ 10^{-3}. \tag{3.50}$$

Если $\sin\alpha < f_2\cos\alpha$ (при угле наклона 16° и менее), в формуле (3.50) считать $L = 0$.

Максимальный статический момент нагрузки

$$M_{ст} = T_{гр.\,с}R_{н}. \tag{3.51}$$

Таблица 3.2

| Полная масса одной вагонетки, т | Скорость движения вагонеток | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | до 3 м/с | | | от 3 до 5 м/с | | |
| | Число вагонеток в партии | | | | | |
| | 1—5 | 6—9 | 10 и более | 1—5 | 6—9 | 10 и более |
| | Коэффициент сопротивления движению вагонеток по наклонным выработкам угольных шахт | | | | | |
| До 1,0 | 0,026 | 0,036 | 0,040 | 0,039 | 0,054 | 0,060 |
| От 1,0 до 2,0 | 0,020 | 0,028 | 0,033 | 0,030 | 0,042 | 0,050 |
| От 2,0 до 3,0 | 0,016 | 0,022 | 0,027 | 0,024 | 0,033 | 0,040 |
| Более 3,0 | 0,015 | 0,020 | 0,024 | 0,022 | 0,030 | 0,030 |

### 3.2.1.4. Одноконцевой наклонный подъем с переменным углом наклона выработки

Статические натяжения каната при подъеме расчетного груза для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона определить по формуле для $n$-го участка:

$$T_{\text{гр. п}} = g\left\{[Q_{\text{с}} + m(Q_{\text{гр}} + Q)](\sin\alpha_{\text{п}} + f_1\cos\alpha_{\text{п}}) + \right.$$

$$\left. + q_{\text{г}}\sum[l_i(\sin\alpha_i + f_2\cos\alpha_i)] + q_{\text{г}}l_{\text{п}}(\sin\alpha_{\text{п}} + f_2\cos\alpha_{\text{п}})\right\}10^{-3}, \quad (3.52)$$

где $l_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{п}}$ — длина и угол наклона $n$-го участка; $l_i$ и $\alpha_i$ — длина и угол наклона всех вышележащих участков.

Из вычисленных значений $T_{\text{гр.п}}$ выбрать максимальную величину.

Статические натяжения каната при спуске расчетного груза для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона (на участках с углом наклона 16° и менее — для верхних точек) по формуле для $n$-го участка

$$T_{\text{гр. с}} = g\left\{[Q_{\text{с}} + m(Q_{\text{гр}} + Q)](\sin\alpha_{\text{п}} - f_1\cos\alpha_{\text{п}}) + \right.$$

$$\left. + q_{\text{г}}\sum[l_i(\sin\alpha_i - f_2\cos\alpha_i) + q_{\text{г}}l_{\text{п}}(\sin\alpha_{\text{п}} - f_2\cos\alpha_{\text{п}})\right\}10^{-3}; \quad (3.53)$$

для верхней точки $n$-го участка принять $l_{\text{п}} = 0$.

Максимальный статический момент нагрузки определить по формуле (3.51), причем в качестве $T_{\text{гр.с}}$ принять его максимальную величину из полученных по формуле (3.53) для различных точек выработки.

### 3.2.1.5. Двухконцевой наклонный подъем с постоянным углом наклона выработки

Статические натяжения груженого каната в нижней точке выработки (при любом угле наклона) при подъеме расчетного груза определить по формуле (3.49), а при спуске груза — по формуле (3.50).

Статические натяжения порожнякового каната в верхней точке выработки: при подъеме порожняка

$$T_{\text{пор. п}} = g[(Q_{\text{с}} + mQ)(\sin\alpha + f_1\cos\alpha) + q_{\text{г}}l(\sin\alpha + f_2\cos\alpha)]10^{-3}; \quad (3.54)$$

при спуске порожняка

$$T_{\text{пор. с}} = g[(Q_{\text{с}} + mQ)(\sin\alpha - f_1\cos\alpha) + q_{\text{г}}l(\sin\alpha - f_2\cos\alpha)]10^{-3}. \quad (3.55)$$

Максимальное статическое натяжение каната при перестановке

$$T'_{\text{пор}} = g\left[(Q_{\text{с}} + mQ)(\sin\alpha - f_1\cos\alpha) + q_{\text{г}}(L + l)(\sin\alpha - f_2\cos\alpha)\right] 10^{-3}; \quad (3.56)$$

при угле наклона 16° и менее принять $L = 0$.

Максимальная разность статических натяжений канатов:

при подъеме расчетного груза

$$T_{0\text{п}} = T_{\text{гр. п}} - T_{\text{пор. с}}; \quad (3.57)$$

при спуске расчетного груза

$$T_{0\text{с}} = T_{\text{гр. с}} - T_{\text{пор. п}}. \quad (3.58)$$

Максимальные статические моменты нагрузки:

при спуске расчетного груза

$$M_{\text{ст}} = T_{0\text{с}} R_{\text{н}}; \quad (3.59)$$

при перестановке барабанов

$$M'_{\text{ст}} = T'_{\text{пор}} R_{\text{н}}; \quad (3.60)$$

при обрыве каната порожняковой ветви

$$M''_{\text{ст}} = T_{\text{гр. с}} R_{\text{н}}. \quad (3.61)$$

При $\sin\alpha < f_2\cos\alpha$ (угол наклона 16° и менее) в формулу (3.61) подставить значение $T_{\text{гр.с}}$, вычисленное для верхней точки выработки, т. е. для $L = 0$.

### 3.2.1.6. Двухконцевой наклонный подъем с переменным углом наклона выработки

Статические натяжения каната при подъеме расчетного груза для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона определить по формуле (3.52), а для верхних точек участков — по этой же формуле, приняв $l_{\text{п}} = 0$. По полученным значениям построить диаграмму $T_{\text{гр.п}} = f(l)$, из которой выбрать максимальное значение $T_{\text{гс.п}}$ и сравнить с допустимым максимальным натяжением каната для данной машины.

Статические натяжения каната при спуске порожняка для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона

$$T_{\text{пор. с}} = g\left\{(Q_{\text{с}} + mQ)(\sin\alpha_{\text{п}} - f_1\cos\alpha_{\text{п}}) + \right.$$

$$\left. + q_{\text{г}}\sum\left[l_l(\sin\alpha_l - f_2\cos\alpha_l) + q_{\text{г}} l_{\text{п}}(\sin\alpha_{\text{п}} - f_2\cos\alpha_{\text{п}})\right]\right\} 10^{-3} \quad (3.62)$$

и для верхних точек участков, приняв $l_{\text{п}} = 0$.

По полученным значениям построить диаграмму $T_{\text{пор.с}} = f(l)$, из которой выбрать максимальное значение $T_{\text{пор.с}}$.

Статические натяжения каната при спуске расчетного груза для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона определить по формуле (3.53) и для верхних точек участков — по этой же формуле, приняв $l_{\text{п}} = 0$. По полученным значениям построить диаграмму $T_{\text{гр.с}} = f(l)$.

Статические натяжения каната при подъеме порожняка для нижних точек каждого участка выработки с постоянным углом наклона

$$T_{\text{пор. п}} = g\left\{\left[(Q_{\text{с}} + mQ)(\sin\alpha_{\text{п}} + f_1\cos\alpha_{\text{п}}) + \right.\right.$$

$$\left.\left. + q_{\text{г}}\sum\left[l_l(\sin\alpha_l + f_2\cos\alpha_l)\right] + q_{\text{г}} l_{\text{п}}(\sin\alpha_{\text{п}} + f_2\cos\alpha_{\text{п}})\right]\right\} 10^{-3} \quad (3.63)$$

и для верхних точек участков, приняв $l_{\text{п}} = 0$. По полученным значениям построить диаграмму $T_{\text{пор.п}} = f(l)$.

Построить диаграммы разности статических натяжений канатов при подъеме и спуске расчетного груза и определить максимальную разность статических натяжений канатов при подъеме $T_{0\text{п}}$ и при спуске расчетного груза $T_{0\text{с}}$.

Максимальные статические моменты нагрузки:
при спуске расчетного груза — по формуле (3.59);
при перестановке барабанов:

$$M'_{ст} = T_{пор.\,с} R_н; \tag{3.64}$$

при обрыве порожнякового каната — по формуле (3.61).

## 3.2.2. Выбор тормозных моментов

Единицей измерения тормозных моментов принят килоньютонометр (кН·м).

### 3.2.2.1. Барабанные подъемные машины

Из 3.1 следует, что величина тормозного момента должна удовлетворять следующим условиям:

1) $$M_т \geqslant [K] M_{ст}; \tag{3.65}$$

2) для двухбарабанных машин и машин с разрезным барабаном

$$M'_т \geqslant 1{,}2 M'_{ст}. \tag{3.66}$$

Момент $M'_т$ при двух приводах тормоза определяется усилием, создаваемым одним из приводов, а при одном приводе тормоза его следует принимать равным

$$M'_т = 0{,}45 M_т. \tag{3.67}$$

При наличии двух приводов тормоза они, как правило, настраиваются на создание одинаковой величины тормозного момента. Допускается настройка приводов тормоза на создание разных тормозных моментов. При этом выполнение условия (3.66) должно быть соблюдено для каждого привода раздельно.

У машин, имеющих раздельные источники усилия для рабочего и предохранительного торможения, момент, создаваемый рабочим тормозом на ободе заклиненного барабана, должен быть также не менее 1,2 максимального статического момента, создаваемого на этом барабане при перестановке:

$$M'_{тр} \geqslant 1{,}2 M'_{ст.\,з}; \tag{3.68}$$

3) для двухконцевых барабанных подъемных машин

$$M_т \geqslant 1{,}2 M''_{ст}; \tag{3.69}$$

4) из условия создания требуемого замедления в процессе предохранительного торможения при спуске расчетного груза

$$M_т \geqslant M_{ст} + [a_с] M_{пр} R_н 10^{-2}, \tag{3.70}$$

где $[a_с]$ — допустимое замедление подъемной установки в процессе предохранительного торможения при спуске расчетного груза, м/с²; $M_{пр}$ — приведенная масса установки, кг,

$$M_{пр} = Q_{гр} + \sum Q_с + \sum Q_к + G_{lб} + G_{lр} + G_{l\,дв} + G_{lш}, \tag{3.71}$$

где $\Sigma Q_с$ — суммарная масса подъемных сосудов (двух сосудов, сосуда и противовеса или одного сосуда при одноконцевом подъеме), включая массу парашютных устройств, прицепных устройств для головных, уравновешивающих канатов и массу всех вагонеток, участвующих в движении, кг; $\Sigma Q_к$ — суммарная масса головных и уравновешивающих канатов (при определении массы канатов принимать полную их длину с учетом запасных витков, витков трения, длины струны, петли в зумпфе и т. д.), кг; $G_{lб}$ — приведенная масса органа навивки с коренным валом, муфтой и другими вращающимися деталями, кг. Принимается

по паспорту машины или таблицам технических характеристик машин. Если в таблице приведен маховой момент машины $M_м$ в тс·м², то приведенную массу определить по формуле

$$G_{iб} = 1000 \frac{M_м}{D_н^2}; \quad (3.72)$$

$D_н$ — диаметр органа навивки, м; $G_{iр}$ — приведенная масса редуктора, кг,

$$G_{iр} = \frac{(GD)_р^2}{gD_н^2}; \quad (3.73)$$

$GD)_р^2$ — маховой момент редуктора, Н·м², принимается по паспорту редуктора или таблицам технических характеристик редукторов, $G_{iдв}$ — приведенная масса роторов двигателей,

$$G_{i\ дв} = \frac{\sum (GD)_{дв}^2}{gD_н^2} i_{ред}^2, \quad (3.74)$$

$\Sigma\ (GD)_{дв}^2$ — суммарный маховой момент роторов подъемных двигателей, Н·м². Принимается по каталожным данным.

Если в таблицах или каталожных данных маховой момент редуктора или двигателя приведен в кгс·м², то при подстановке его в формулы (3.73) и (3.74) исключить из них ускорение свободного падения $g$; $i_{Ред}$ — передаточное число редуктора; $G_{iш}$ — суммарная приведенная масса копровых (отклоняющих) шкивов, кг. Принимается по каталожным данным;

5) из условия создания требуемого замедления в процессе предохранительного торможения при подъеме расчетного груза

$$M_т \leqslant [a_п] M_{пр} R_н 10^{-3} - M_{ст}, \quad (3.75)$$

где $[a_п]$ — допустимое замедление подъемной установки в процессе предохранительного торможения при подъеме расчетного груза, м/с².

Для наклонного подъема с переменным углом наклона выработки необходимо определить $M_т$ по формуле (3.75) раздельно для каждого участка выработки с относительно постоянным углом наклона. При этом каждый раз в формулу (3.75) подставлять значение $[a_п]$ из табл. 3.1, соответствующее углу наклона участка, а $M_{ст}$ определять по наибольшей разности статических натяжений канатов при подъеме груза, которая может иметь место на данном участке. Из полученных значений $M_т$ выбрать наименьшую величину.

При выборе тормозного момента по приведенным условиям возможны следующие варианты:

1) тормозной момент из условий 1—3 удовлетворяет условиям 4 и 5. Этот вариант наиболее распространен для двухконцевого вертикального подъема с барабанными машинами. Тормозная система может быть настроена на создание момента предохранительного и рабочего торможения от минимальной величины, удовлетворяющей условиям 1—3, до максимальной величины, удовлетворяющей условию 5;

2) тормозной момент из условий 1—3 удовлетворяет условию 5, но не удовлетворяет условию 4, причем по условию 5 величина момента больше, чем по условию 4. Этот вариант наиболее распространен для двухконцевого подъема, когда по фактической разности статических натяжений канатов машина недогружена. Тормозная система может быть настроена на создание момента предохранительного и рабочего торможения от минимальной величины, удовлетворяющей условию 4, до максимальной величины, удовлетворяющей условию 5;

3) тормозной момент условия 5 меньше момента из условий 1—3 и больше момента, выбранного из условия 4. Этот вариант распространен для одноконцевых вертикальных подъемов и наклонных одно- и двухконцевых подъемов при угле наклона 15—18° и более и сравнительно небольшой разнице в углах наклона участков ствола. Тормозная система должна быть настроена из условия созда-

ния двухступенчатого предохранительного торможения. Тормозной момент $M_1$ первой ступени принимается такой величины, которая обеспечивает выполнение условий 4 и 5, а второй ступени — выполнение условий 1—3. Задержка наложения второй ступени торможения должна быть достаточной для остановки машины, двигающейся с максимальной скоростью при подъеме груза, при ее торможении первой ступенью. Ориентировочно время задержки может быть определено по формуле

$$t = t_{\text{х. х}} + \frac{v_{\max}}{a_{\text{п}}}, \qquad (3.76)$$

где $t_{\text{х.х}} = 0{,}3 \div 0{,}6$ — ожидаемое время холостого хода тормоза (меньшие значения принимать для машин с пружинными тормозами); $v_{\max}$ — максимальная скорость подъема, м/с; $a_{\text{п}}$ — ожидаемое (желаемое) замедление при предохранительном торможении при подъеме расчетного груза, м/с$^2$.

Для систем, имеющих раздельные источники усилия для рабочего и предохранительного торможений, следует настраивать момент рабочего торможения равным или близким к моменту первой ступени предохранительного торможения. В то же время момент, создаваемый одним приводом при рабочем торможении, должен удовлетворять условию 2 по отношению к сосуду, навешенному на заклиненный барабан;

4) тормозной момент из условия 5 меньше момента из условия 4. Этот вариант распространен для одноконцевых наклонных подъемов при малых углах наклона выработки и при значительной разнице углов наклона участков выработки. Для таких установок невозможно одновременное выполнение требований, изложенных в 3.1 для замедлений при предохранительном торможении при спуске и подъеме расчетного груза, если торможение в обоих режимах осуществляется одним и тем же тормозным моментом, даже при двухступенчатом торможении. В отдельных случаях тормозной момент, выбранный из условия 5, оказывается меньше максимального статического момента. Тогда, если момент первой ступени настроить согласно условию 5, то в случае предохранительного торможения при спуске груза в течение времени действия первой ступени подъемные сосуды будут двигаться с ускорением, что недопустимо. Кроме того, время срабатывания тормоза окажется больше допустимого.

Такие установки должны быть оборудованы устройствами избирательного торможения, позволяющими получать разные законы нарастания тормозного момента при предохранительном торможении в зависимости от того, происходит подъем груза или его спуск. Примеры таких устройств для отдельных типов тормозов одноконцевых подъемов, приведены в 3.9. Для машин с пружинно-пневматическими приводами тормоза разработана система автоматически регулируемого предохранительного торможения (АРПТ), пригодная как для двухконцевого, так и для одноконцевого подъема.

Для машин, оборудованных устройствами избирательного торможения, тормозной момент первой ступени $M_1$ при подъеме груза принимается из условия 5 и может быть равным нулю (свободный выбег системы). Вторая ступень торможения, обеспечивающая выполнение условий 1—3, включается в момент остановки машины или снижения скорости до малой величины (примерно 0,5 м/с). При спуске же груза торможение может быть одноступенчатым, т. е. сразу включается вторая ступень торможения.

До оборудования машин устройствами избирательного торможения временно допускается принимать замедление в процессе предохранительного торможения при спуске груза менее 0,75 м/с$^2$, но не менее 0,4 м/с$^2$. При таком допущении снизится величина момента, требуемая согласно условию 4, и может оказаться, что одной и той же величиной тормозного момента первой ступени можно обеспечить выполнение условий 4 и 5. Тогда тормозной момент первой ступени принимается из условия 5, но не менее максимального статического момента.

Подробнее порядок испытания и рекомендации по эксплуатации таких установок изложены в 3.10.

Следует отметить, что устройства избирательного торможения позволяют изменять закон нарастания момента только при предохранительном торможении. При рабочем же торможении, осуществляемом машинистом, имеется воз-

можность создания замедлений выше допустимых при подъеме груза. Лишь для подъемных машин с грузопневматическим приводом тормоза (НКМЗ) разработано устройство, замедляющее процесс нарастания тормозного момента при рабочем торможении (см. 3.9).

Поэтому на наклонных выработках с углами наклона менее 15—18° следует вместо концевой откатки применять другие виды транспорта (конвейерный транспорт, монорельсовые дороги, подвесные пассажирские моноканатные дороги и др.).

Вновь создаваемые устройства избирательного торможения должны позволять изменять закон нарастания тормозного момента как при предохранительном, так и при рабочем торможении.

При наладке тормозных систем предварительно (до испытания тормоза) следует регулировать приводы на создание минимальных допустимых тормозных моментов первой и второй ступени предохранительного торможения, а также рабочего торможения. В наиболее опасных случаях величину момента первой ступени торможения следует устанавливать даже несколько ниже расчетной. Это вызвано тем, что фактический коэффициент трения тормозных колодок об обод, как правило, оказывается выше расчетного и, следовательно, фактические тормозные моменты выше расчетных. По этой причине иногда возникает необходимость применять двухступенчатое торможение там, где оно по расчету не требуется.

Окончательно соответствие параметров предохранительного торможения требованиям 3.1, необходимость корректировки величин тормозных моментов и закона нарастания тормозного момента определить при испытании тормоза (см. 3.10).

Следует отметить, что из всех тормозных систем, рассматриваемых в настоящем Руководстве, лишь две системы допускают четкую настройку двухступенчатого торможения с удержанием первой ступени неизменной в течение определенного промежутка времени. Это система НКМЗ и система завода им. Ленинского комсомола Украины с пружинно-грузовым пневматическим приводом тормоза. При других тормозных системах после наложения первой ступени происходит непрерывное нарастание тормозного момента до максимальной величины, что вызывает определенные трудности при их наладке, особенно на наклонных подъемных установках.

### 3.2.2.2. Многоканатные подъемные машины, установленные на башенном копре

Для подъемных машин с многоканатным или одноканатным шкивом трения кроме условий, приведенных в формулах (3.65), (3.70) и (3.75), тормозные устройства должны обеспечивать в любом режиме работы (подъем, спуск расчетного груза, перегон порожних подъемных сосудов) замедления при предохранительном и рабочем торможении таких величин, при которых коэффициент безопасности против скольжения канатов по футеровке канатоведущего шкива $\sigma$ будет не менее 1,25.

Для определения величин замедлений, удовлетворяющих этому требованию, необходимы дополнительно следующие исходные данные:

коэффициент трения канатов о футеровку $\mu$, принимаемый для пластиката ПП-45 равным: 0,25 — для канатов с круглыми и фасонными прядями и 0,2 — для канатов закрытой конструкции; для футеровки, выполненной из других материалов, — по данным завода-изготовителя;

угол охвата $\alpha$ каната канатоведущего шкива, рад.

Наибольшие допустимые значения замедлений, обеспечивающие требуемую величину коэффициента безопасности против скольжения $\sigma = 1{,}25$, определить по формулам:

для подъема более нагруженной ветви канатов, расположенной со стороны отклоняющих шкивов

$$a_{\text{п}}^{\sigma} = g\frac{T_1\left(e^{\mu\alpha}-1\right)+\sigma\left(T_1-T_2\right)}{\sigma\left(T_1+T_2+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3}\right)+\left(T_1+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3}\right)\left(e^{\mu\alpha}-1\right)}; \quad (3.77)$$

для подъема более нагруженной ветви канатов, расположенной со стороны, не имеющей отклоняющих щкивов

$$a_{\text{п}}^{\sigma} = g\frac{T_1(e^{\mu\alpha}-1)+\sigma(T_1-T_2)}{\sigma(T_1+T_2+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3})+T_1(e^{\mu\alpha}-1)}; \quad (3.78)$$

для спуска более нагруженной ветви канатов, расположенной со стороны отклоняющих шкивов

$$a_{\text{о}}^{\sigma} = g\frac{T_2(e^{\mu\alpha}-1)-\sigma(T_1-T_2)}{\sigma(T_1+T_2+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3})+T_2(e^{\mu\alpha}-1)}; \quad (3.79)$$

для спуска более нагруженной ветви канатов, расположенной со стороны, не имеющей отклоняющих шкивов,

$$a_{\text{с}}^{\sigma} = g\frac{T_2(e^{\mu\alpha}-1)-\sigma(T_1-T_2)}{\sigma(T_1+T_2+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3})+(T_2+gG_{l\text{ш}}\cdot 10^{-3})(e^{\mu\alpha}-1)}; \quad (3.80)$$

где $T_1$ и $T_2$ — натяжения ветвей канатов, причем $T_1 > T_2$, кН; $G_{l\text{ш}}$ — приведенная масса отклоняющих шкивов, кг; $e = 2{,}71$ — основание натуральных логарифмов.

Числовые значения $e^{\mu\alpha}$ приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3

| Угол охвата $\alpha$, градус | Коэффициент трения $\mu$ | | | Угол охвата $\alpha$, градус | Коэффициент трения $\mu$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,2 | 0,25 | 0,3 | | 0,2 | 0,25 | 0,3 |
| 180 | 1,874 | 2,193 | 2,566 | 188 | 1,927 | 2,271 | 2,676 |
| 181 | 1,881 | 2,202 | 2,579 | 189 | 1,934 | 2,281 | 2,690 |
| 182 | 1,887 | 2,212 | 2,593 | 190 | 1,941 | 2,291 | 2,704 |
| 183 | 1,894 | 2,222 | 2,607 | 191 | 1,947 | 2,301 | 2,718 |
| 184 | 1,900 | 2,231 | 2,620 | 192 | 1,954 | 2,311 | 2,732 |
| 185 | 1,907 | 2,241 | 2,634 | 193 | 1,961 | 2,321 | 2,747 |
| 186 | 1,914 | 2,251 | 2,648 | 194 | 1,968 | 2,331 | 2,761 |
| 187 | 1,920 | 2,261 | 2,662 | 195 | 1,975 | 2,341 | 2,776 |

Расчеты по формулам (3.78) — (3.80) выполнить для следующих режимов:

1) подъем и спуск расчетного груза, причем для двухсосудного подъема с отклоняющими шкивами расчет сделать для случаев наличия груза в одном и втором сосудах отдельно;

2) перегон порожних сосудов при обоих направлениях движения.

При определении $T_1$ и $T_2$ для каждого режима считать, что подъемные сосуды находятся в таком положении, при котором возникает максимальная статическая неуравновешенность.

Из полученных значений замедлений для дальнейших расчетов выбрать минимальные величины $a_{\text{п}}^{\sigma}$ и $a_{\text{с}}^{\sigma}$ при подъеме и спуске расчетного груза и минимальные величины $a_{\text{п. пер}}^{\sigma}$ и $a_{\text{с.пер}}^{\sigma}$ при подъеме и спуске более нагруженной ветви канатов в режиме холостого перегона сосудов.

Если $a_{\text{с}}^{\sigma}$ или $a_{\text{с. пер}}^{\sigma}$ окажется меньше 1,5 м/с$^2$, то это означает, что для данной системы подъема при предохранительном торможении в режиме спуска расчетного груза (противовеса) не могут быть одновременно обеспечены минимально допускаемая величина замедления и коэффициент безопасности против скольжения канатов $\sigma \geqslant 1{,}25$.

В таких случаях необходимо шахте совместно с наладочной и проектной организациями и заводом-изготовителем решить вопрос об уменьшении отношения $T_1/T_2$ во всех режимах за счет:

максимального уравновешивания головных канатов уравновешивающими;

уменьшения массы полезного груза (противовеса);

утяжеления обеих ветвей канатов путем одновременного увеличения массы головных, уравновешивающих канатов или установки балластных грузов на подъемные сосуды. При этом не должны быть превышены допустимые величины удельного давления канатов на футеровку, допустимое по паспорту машины максимальное натяжение канатов, нагрузка на подвесное устройство, а отношение диаметра канатоведущего шкива к диаметру головных канатов должно соответствовать ПБ.

Величины тормозных моментов выбирать из следующих условий:

1) для обеспечения требуемого коэффициента статической надежности тормоза величина тормозного момента должна удовлетворять условию (3.65);

2) замедление в процессе предохранительного торможения при спуске расчетного груза должно быть не менее 1,5 м/с². Тормозной момент по этому условию

$$M_т \geqslant M_{ст} + 1{,}5 M_{пр} R_н \cdot 10^{-3}, \qquad (3.81)$$

где $M_{пр}$ — приведенная масса установки, определяемая по формуле (3.71);

3) замедление в процессе предохранительного и рабочего торможения при подъеме расчетного груза должно быть не более $a_п^σ$. Тормозной момент по этому условию

$$M_т \leqslant \left(a_п^σ M_{пр} \cdot 10^{-3} - T_1 + T_2\right) R_н; \qquad (3.82)$$

4) замедление в процессе предохранительного и рабочего торможения при спуске расчетного груза должно быть не более $a_с^σ$. Тормозной момент по этому условию

$$M_т \leqslant \left(a_с^σ M_{пр} \cdot 10^{-3} + T_1 - T_2\right) R_н$$

~~$M_т \geqslant \left(a_с^σ M_{пр} \cdot 10^{-3} - T_1 + T_2\right) R_н$~~ (3.83)

5) замедление в процессе предохранительного и рабочего торможения при перегоне порожних сосудов в случае подъема более нагруженной ветви канатов (противовеса) должно быть не более $a_{п.\,пер}^σ$. Тормозной момент по этому условию

$$M_т \leqslant \left(a_{п.пер}^σ M'_{пр} \cdot 10^{-3} - T_1 + T_2\right) R_н, \qquad (3.84)$$

где $M'_{пр}$ — приведенная масса установки при порожних подъемных сосудах

$$M'_{пр} = M_{пр} - Q_{гр}; \qquad (3.85)$$

6) замедление в процессе предохранительного и рабочего торможения при перегоне порожних сосудов в случае спуска более нагруженной ветви канатов (противовеса) должно быть не более $a_{с.\,пер}^σ$. Тормозной момент по этому условию

$$M_т \leqslant \left(a_{с.\,пр}^σ M'_{пр} \cdot 10^{-3} + T_1 - T_2\right) R_н. \qquad (3.86)$$

В формулы (3.82) — (3.84) и (3.86) подставить величины $T_1$ и $T_2$, для которых были вычислены соответствующие минимальные замедления $a_п^σ$, $a_с^σ$ и $a_{с.\,пер}^σ$.

Если тормозной момент, рассчитанный по условиям 1 и 2, не противоречит остальным условиям, то для данной установки может быть принято одноступенчатое торможение без применения каких-либо мер по задержке нарастания тормозного момента до полной величины. В случаях, когда требуемый тормозной момент по условию 1 окажется больше, чем по условию 2, рекомендуется применить двухступенчатое торможение, причем величину первой ступени тормозного момента $M_1$ принять из условия 2, а второй ступени — из условия 1.

Если тормозной момент, рассчитанный по условию 1, не удовлетворяет условиям 3—5 и 6, то принять двухступенчатое предохранительное торможение.

Величина первой ступени тормозного момента $M_1$ должна удовлетворять условиям 2—5 и 6, а величина второй ступени — условию 1.

Задержка наложения второй ступени предохранительного торможения должна быть достаточной для остановки машины, двигавшейся с полной скоростью, при предохранительном торможении первой ступенью в режиме спуска расчетного груза. Ориентировочно время задержки может быть определено по формуле

$$t = t_{ст} + \frac{v_м}{a_с}, \tag{3.87}$$

где $t_{ст} = 0{,}8$ — ожидаемое время срабатывания тормоза, с; $v_м$ — максимальная скорость подъема, м/с; $a_с$ — ожидаемое (желаемое) замедление при предохранительном торможении при спуске расчетного груза, м/с$^2$.

Рекомендации по предварительной регулировке приводов тормоза, приведенные ранее, распространяются и на многоканатные подъемные установки.

### 3.2.2.3. Особенности выбора тормозных моментов многоканатных подъемных машин при наземном расположении и машин с одноканатным шкивом трения

Особенностью наземного расположения многоканатных машин и машин с одноканатным шкивом трения является наличие копровых шкивов на обеих ветвях канатов. Поэтому нет необходимости вычислять допустимые величины замедлений $a_п^σ$ и $a_с^σ$ раздельно для случаев наличия груза в одном и другом сосуде. Достаточно их вычислить только для случая наличия груза в сосуде с большой собственной массой.

Для подъемных установок с одноканатным шкивом трения, оборудованных парашютами ПШТП, должна быть учтена масса троса, включающего парашютное устройство, и шкива этого троса. При определении приведенной массы установки в формулу (3.71) необходимо добавить выражение

$$\Delta M_{пр} = q_т (H + 2h_т) + G'_{iш}, \tag{3.88}$$

где $q_т$ — масса 1 м троса, включающего парашютное устройство, кг/м; $h_т$ — длина участка этого троса от клети при ее верхнем положении до шкива, м; $G'_{iш}$ — приведенная масса шкива, поддерживающего трос парашютного устройства, кг.

Кроме того, при вычислении величин $T_1$ и $T_2$ должна быть введена поправка, учитывающая ослабление натяжения головного каната за счет натяжения троса, включающего парашютное устройство. Величина этой поправки для нижнего положения клети

$$\Delta T' = g \left[ \frac{Q_п - Q_ш}{2} - q_т (h_т + H) \right] 10^{-3}; \tag{3.89}$$

а для верхнего положения клети

$$\Delta T'' = g \left( \frac{Q_п - Q_ш}{2} - q_т h_т \right) 10^{-3}, \tag{3.90}$$

где $Q_п$ — масса груза, осуществляющего натяжение парашютного троса, кг; $Q_ш$ — масса шкива парашютного троса, кг.

Например, если при легком уравновешивающем канате $T_{гр}$ определено по формуле (3.5) для нижнего положения груженого сосуда, то $T'_1 = T_{гр} - \Delta T'$, а $T_2 = T_{пор} - \Delta T''$. Наоборот, если при тяжелом уравновешивающем канате $T_{гр}$ определено по формуле (3.6) для верхнего положения груженого сосуда, то $T_1 = T_{гр} - \Delta T''$, а $T_2 = T_{пор} - \Delta T'$.

Формулы для определения допустимых замедлений из условия создания коэффициента безопасности против скольжения $\sigma = 1{,}25$ имеют вид:

$$a_{\text{п}}^{\sigma} = g\,\frac{T_1\left(e^{\mu\alpha}-1\right)+\sigma\left(T_1-T_2\right)}{\sigma\left[T_1+T_2+g\cdot 10^{-3}\left(2G_{l\text{ш}}+\Delta M_{\text{пр}}\right)\right]+\left[\left(T_1+g\cdot 10^{-3}\left(G_{l\text{ш}}+G'_{l\text{ш}}\right)\right]\left(e^{\mu\alpha}-1\right)}; \tag{3.91}$$

$$a_{\text{с}}^{\sigma} = \frac{T_2\left(e^{\mu\alpha}-1\right)-\sigma\left(T_1-T_2\right)}{\sigma\left[T_1+T_2+g\cdot 10^{-3}\left(2G_{l\text{ш}}+\Delta M_{\text{пр}}\right)\right]+\left[T_2+g\cdot 10^{-3}\left(G_{l\text{ш}}+G'_{l\text{ш}}\right)\right]\left(e^{\mu\alpha}-1\right)}, \tag{3.92}$$

где $G_{l\text{ш}}$ — приведенная масса одного копрового шкива (блока шкивов одной ветви канатов), кг.

В остальном методика выбора тормозных моментов для многоканатных машин при их наземном расположении и машин с одноканатным шкивом трения не отличается от соответствующей методики для многоканатных машин, расположенных на башенном копре.

## 3.2.3. Расчет параметров тормозных приводов

При расчете тормозов вначале необходимо по выбранным согласно 3.2.2. тормозным моментам определить необходимые параметры настройки приводов тормоза (п. 1—7 приведенного ниже порядка расчета). Затем по фактическим параметрам настройки приводов тормоза определить тормозные моменты, коэффициенты статической надежности тормоза для различных режимов и другие параметры (п. 8—18).

Ниже приведен общий порядок расчета тормозных приводов применительно к наиболее распространенным кинематическим схемам исполнительного органа тормоза (рис. 3.2).

1. По требуемому коэффициенту статической надежности тормоза $[K]$ найти расчетное усилие $Q_{\text{т}}$ в тяге, соединяющей каждый привод тормоза с исполнительным органом, или расчетную массу тормозного груза $G_{\text{т}}$ одного привода

$$Q_{\text{т}} = \frac{[K]\,M_{\text{ст}}}{\gamma i f \eta R_{\text{т}}}; \tag{3.93}$$

$$G_{\text{т}} = \frac{10^3\,[K]\,M_{\text{ст}}}{g\gamma i f \eta R_{\text{т}}}, \tag{3.94}$$

где $\gamma$ — число тормозных приводов; $R_{\text{т}}$ — радиус тормозного обода, м; $f$ — коэффициент трения тормозных колодок об обод; принимается: для дерева — 0,35, для отечественной пресс-массы — 0,3, для импортных материалов — по данным изготовителя; $\eta$ — коэффициент полезного действия рычажной системы тормоза, принимается: 0,95 — для тормозов НКМЗ и тормозов завода им. ЛКУ с пружинно-гидравлическим, пружинно-пневматическим и пружинно-грузовым пневматическим приводом, 0,9 — для остальных тормозов; $i$ — передаточное число рычажного механизма тормоза, равное: для кинематических схем (рис. 3.2, *а*, *б* и *в*)

$$i = \frac{ac\left(l_1+l_2\right)}{b\,dl_0}, \tag{3.95}$$

причем в формуле (3.95) для машин типа БМ и 2БМ (кроме БМ-2000-3А и 2Б-2000-3А) принимается $\frac{l_1+l_2}{l_0} = 2$;

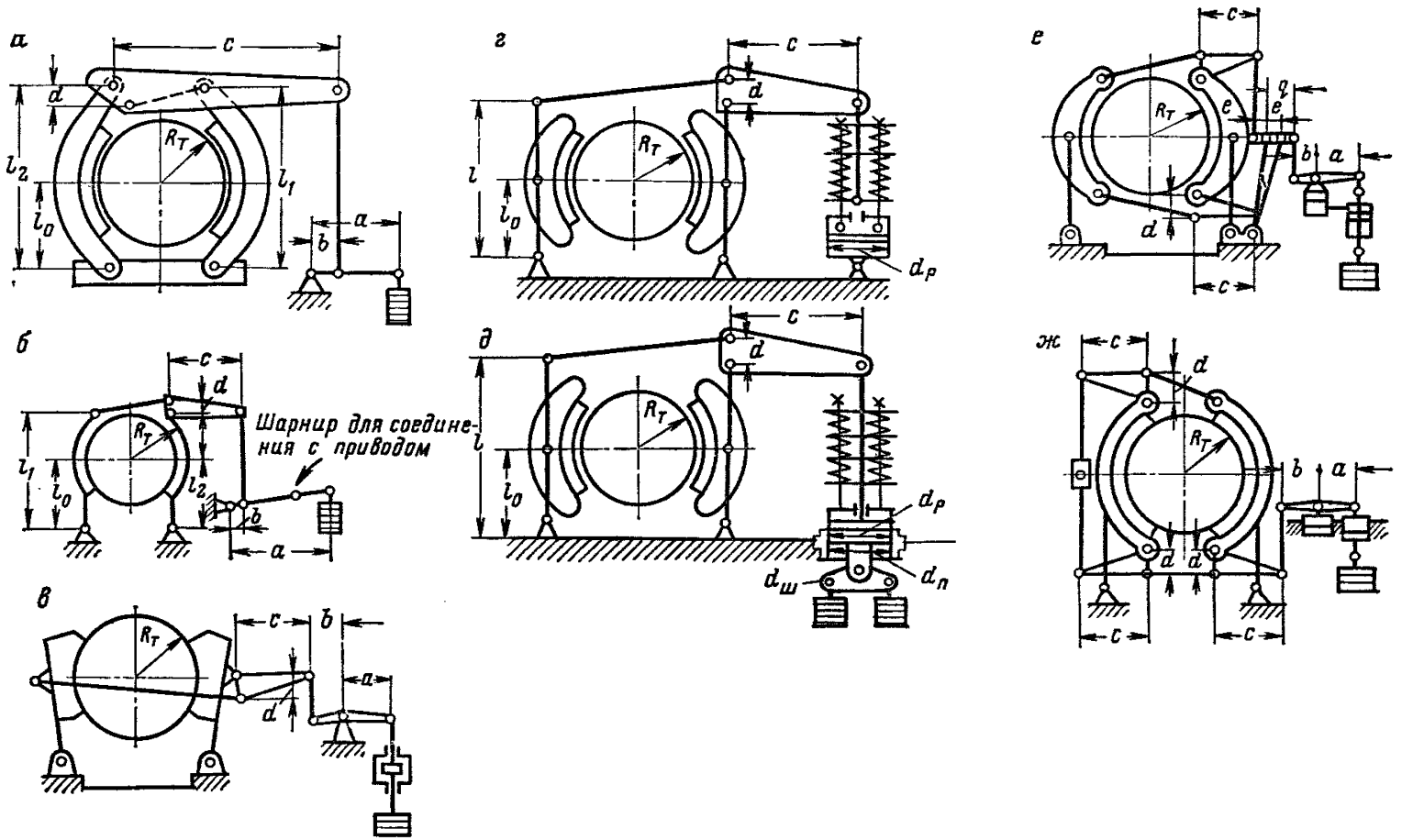



**Рис. 3.2. Кинематические схемы исполнительных органов тормозов:**

*а* — рабочего тормоза машин и лебедок с грузовым приводом; *б* — предохранительного тормоза машин и лебедок с грузовым приводом и машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А; *в* — остальных машин типов БМ и 2БМ, а также типа ШТ-7,2; *г* — машин с пружинно-гидравлическим и пружинно-пневматическим приводом тормоза; *д* — машин с пружинно-пневматическим грузовым приводом тормоза; *е* и *ж* — машин с грузопневматическим приводом тормоза

для кинематических схем (рис. 3.2, *г* и *д*)

$$i = \frac{2cl}{dl_0}; \tag{3.96}$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *е*)

$$i = \frac{2aqc}{bed}; \tag{3.97}$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *ж*):

$$i = \frac{4ac}{bd}, \tag{3.98}$$

где $a$, $b$, $c$, $d$, $e$, $q$, $l$, $l_0$, $l_1$, $l_2$ — длина плеч рычагов, определяемая по чертежам тормозной системы или обмером с уточнением по инструкции завода-изготовителя или справочнику.

2. По требуемому коэффициенту статической надежности тормоза $K = 1{,}2$ при перестановке барабанов найти расчетное усилие $Q'$ или расчетную массу тормозного груза $G'_т$ одного привода:

$$Q'_т = \frac{1{,}2M'_{ст}}{if\eta R_т} \tag{3.99}$$

или:

при одном исполнительном органе тормоза на один привод

$$G'_т = \frac{10^3 \cdot 1{,}2M'_{ст}}{gif\eta R_т}; \tag{3.100}$$

при двух исполнительных органах тормоза на один привод

$$G'_т = \frac{10^3 \cdot 1{,}2M'_{ст}}{0{,}45gif\eta R_т}. \tag{3.101}$$

3. По требуемому коэффициенту статической надежности тормоза $K = 1{,}2$ при обрыве каната найти расчетное усилие $Q''_т$ или расчетную массу тормозного груза $G''_т$ одного привода

$$Q''_т = \frac{1{,}2M''_{ст}}{\gamma if\eta R_т}; \tag{3.102}$$

$$G''_т = \frac{10^3 \cdot 1{,}2M''_{ст}}{g\gamma if\eta R_т}. \tag{3.103}$$

4. Из предыдущих трех расчетов найти максимальное значение $Q_{т\,max}$ или $G_{т\,max}$, по которому определить требуемое количество наборных плит тормозного груза $n$ или для безгрузовых приводов тормоза — расчетную величину затяжки пружинного блока $F$ по формулам:

для кинематических схем (см. рис. 3,2, *б*, *в*, *е* и *ж*)

$$n = \frac{G_{т\,max} - G_п}{G}; \tag{3.104}$$

для кинематической схемы (см. рис. 3.2, *г*)

$$F = \frac{10^3 Q_{т\,max} - gG_п}{Z}; \tag{3.105}$$

для кинематической схемы (см. рис. 3.2, *д*)

$$n = \frac{10^3 Q_{\text{т max}} - gG_{\text{п}}}{gG}, \tag{3.106}$$

где $G_{\text{п}}$ — масса подвижных деталей привода тормоза, участвующих в предохранительном торможении, кг. (Для машин типов БМ-2000-3А, 2БМ-2000-3А $G_{\text{п}} = 70$ кг; для машин с пружинно-гидравлическим и пружинно-пневматическим приводом тормоза — по чертежам завода-изготовителя); $G$ — масса одной наборной плиты тормозного груза, кг. Принимают по данным завода-изготовителя. Контрольное взвешивание плит производят лишь в случае применения нестандартных грузов, изготовленных с отклонением от чертежа. Если масса плит, определена взвешиванием, то допускается учитывать массу подвижных деталей привода и для других типов тормозов; $Z$ — жесткость пружинного блока, принимаемая по данным завода-изготовителя, Н/мм.

5. Для машин, имеющих раздельные источники усилия рабочего и предохранительного торможения, найти расчетное усилие $Q_1$ в тяге, соединяющей привод тормоза с исполнительным органом, обеспечивающее создание тормозного момента $M_1$ первой ступени торможения, определяемого согласно 3.2.2, по формулам:

для кинематической схемы (см. рис. 3, 2, *д*)

$$Q_1 = \frac{M_1}{\gamma i f \eta R_{\text{т}}}; \tag{3.107}$$

для кинематической схемы (см. рис. 3.2, *е*)

$$Q_1 = \frac{M_1 ed}{2\gamma g c f \eta R_{\text{т}}}; \tag{3.108}$$

для кинематической схемы (см. рис. 3, *2*, *ж*)

$$Q_1 = \frac{M_1 d}{4\gamma c f \eta R_{\text{т}}}. \tag{3.109}$$

6. По усилию $Q_1$ найти расчетную затяжку пружинного блока $F$ (мм) или давление воздуха $P_1$ (МПа) в цилиндре рабочего торможения (ЦРТ) по формулам:

для кинематической схемы (см. рис. 3.2, *д*)

$$F = \frac{10^3 Q_1 - gG_{\text{р}}}{Z}; \tag{3.110}$$

для кинематических схем (см. рис. 3.2, *е* и *ж*)

$$P_1 = \frac{4Q_1 (a + b)}{10^3 \pi d_{\text{р}}^2 a}, \tag{3.111}$$

где $G_{\text{р}}$ — масса подвижных деталей привода тормоза, участвующих в рабочем торможении, определяемая по чертежам завода-изготовителя, кг; $d_{\text{р}}$ — диаметр поршня ЦРТ, м.

7. Для машин и лебедок, имеющих раздельные источники усилия рабочего и предохранительного торможения, определить расчетную массу тормозного груза $G'_{\text{тр}}$, затяжку пружинного блока $F'$ или давление воздуха $P'$ в ЦРТ, необходимые для создания рабочим тормозом коэффициента статической надежности тормоза $K' = 1{,}2$ при расцеплении барабанов по формулам:

для кинематической схемы (см. рис. 3,2, *а*)

$$G'_{\text{тр}} = \frac{10^3 \cdot 1{,}2 M'_{\text{ст. з}}}{gif\eta R_{\text{т}}}; \tag{3.112}$$

для кинематической схемы (см. рис. 3.2,*д*);

$$F' = \frac{10^3 \cdot 1{,}2M'_{\text{ст. з}}}{if\eta R_{\text{т}} Z} - \frac{gG_{\text{р}}}{Z}; \qquad (3.113)$$

для кинематической схемы (см. рис. 3,2, *е*)

$$P = \frac{2 \cdot 1{,}2M'_{\text{ст. з}}(a+b)ed}{10^3 \pi d_{\text{р}}^2 aqcf\eta R_{\text{т}}}; \qquad (3.114)$$

для кинематической схемы (см. рис. 3.2, *ж*)

$$P' = \frac{1{,}2M'_{\text{ст. з}}(a+b)d}{10^3 \pi d_{\text{р}}^2 acf\eta R_{\text{т}}}. \qquad (3.115)$$

8. По фактической общей массе тормозного груза или затяжке пружинных блоков определить тормозной момент $M_{\text{т}}$ предохранительного торможения по формулам:

для кинематических схем (рис. 3.2, *б*, *в*, *д*, *е*, *ж*)

$$M_{\text{т}} = g\left[(n_{\text{л}} + n_{\text{п}})G + \gamma G_{\text{п}}\right] if\eta R_{\text{т}} 10^{-3}, \qquad (3.116)$$

где $n_{\text{л}}$ и $n_{\text{п}}$ — фактическое число тормозных грузов соответственно на левом и правом приводах тормоза;

для кинематической схемы (рис. 3.2, *е*)

$$M_{\text{т}} = \left[gG_{\text{п}}\gamma + Z(F_{\text{л}} + F_{\text{п}})\right] if\eta R_{\text{т}} 10^{-3}, \qquad (3.117)$$

где $F_{\text{л}}$ и $F_{\text{п}}$ — фактическая затяжка соответственно левого и правого пружинных блоков, мм.

9. По фактической массе тормозного груза на одном приводе или затяжке одного пружинного блока определить тормозной момент $M'_{\text{т}}$ на одном тормозном ободе при перестановке барабанов по формулам:

для кинематических схем (рис. 3.2, *б*, *д*, *е*, *ж*)

$$M'_{\text{т}} = g\left(nG + G_{\text{п}}\right) if\eta R_{\text{т}} 10^{-3}; \qquad (3.118)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *в*)

$$M'_{\text{т}} = 0{,}45M_{\text{т}}; \qquad (3.119)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *г*)

$$M'_{\text{т}} = \left(gG_{\text{п}} + ZF\right) if\eta R_{\text{т}} 10^{-3}. \qquad (3.120)$$

При разной массе тормозного груза на приводах тормоза или разной затяжке пружинных блоков и равномассовых подъемных сосудах определить только наименьший тормозной момент на одном барабане, а при разномассовых подъемных сосудах в этом случае — определить тормозной момент на каждом барабане.

10. Для машин, имеющих раздельные источники усилия рабочего и предохранительного торможения, определить максимальный момент, создаваемый рабочим тормозом на заклиненном барабане, по фактической массе тормозного груза (для машин и лебедок с грузовым приводом тормоза), затяжке пружинного блока или давлению воздуха в ЦРТ:

для кинематической схемы (рис. 3.2, *а*)

$$M_{\text{тр}} = \frac{gGnif\eta R_{\text{т}} i_{\text{ред}} 10^{-3}}{\eta_{\text{ред}}}, \qquad (3.121)$$

где $i_{\text{ред}}$ — передаточное число редуктора; $\eta_{\text{ред}}$ — к. п. д. редуктора (ориентировочно $\eta_{\text{ред}} = 0{,}97$);

для кинематической схемы (рис. 3.2, *д*)

$$M'_{\text{тр}} = \left(gG_{\text{п}} + ZF\right) i\eta f R_{\text{т}} 10^{-3}; \qquad (3.122)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *е*)

$$M'_{\text{тр}} = \frac{10^{-3}\pi aqcf\eta R_{\text{т}} d_{\text{р}}^2 P}{2(a+b)ed}; \qquad (3.123)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *ж*)

$$M'_{\text{тр}} = \frac{10^{-3}\pi acf\eta R d_{\text{р}}^2 P}{(a+b)d}; \qquad (3.124)$$

где $P$ — фактическое максимальное давление в ЦРТ при рабочем торможении, МПа.

11. Определить фактический коэффициент статической надежности предохранительного тормоза $K$ по формуле (3.1) и сравнить с допустимым. Для машин и лебедок с грузовым приводом тормоза определить также фактический коэффициент статической надежности рабочего тормоза $K_{\text{р}}$ по формуле (3.4).

12. Определить коэффициент статической надежности тормоза при перестановке барабанов $K''$ по формуле (3.2) и сравнить с допустимым. При разной массе тормозного груза на приводах, разной затяжке пружинных блоков, разномассовых подъемных сосудах определить наименьший коэффициент статической надежности.

13. Для машин, имеющих раздельные источники усилия рабочего и предохранительного торможения, определить коэффициент статической надежности рабочего тормоза $K'_{\text{р}}$ при перестановке барабанов по формулам:

для кинематической схемы (рис. 3.2, *а*)

$$K'_{\text{р}} = \frac{M_{\text{тр}} i_{\text{ред}}}{M_{\text{ст. з}} \eta_{\text{ред}}} \geqslant 1{,}2; \qquad (3.125)$$

для остальных кинематических схем

$$K'_{\text{р}} = \frac{M'_{\text{тр}}}{M'_{\text{ст. з}}} \geqslant 1{,}2. \qquad (3.126)$$

14. Определить коэффициент статической надежности тормоза $K''$ по формуле (3.3) при обрыве каната.

15. Определить тормозной момент $M_{\text{т}}$ первой ступени предохранительного торможения по фактической затяжке пружинных блоков или давлению воздуха в ЦРТ по формулам:

для кинематической схемы (рис. 3.2, *д*)

$$M_{\text{т}} = [2gG_{\text{р}} + Z(F_{\text{л}} + F_{\text{п}})]\, if\eta R_{\text{т}} 10^{-3}; \qquad (3.127)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *е*)

$$M_{\text{т}} = \frac{10^{-3}\pi\gamma aqcf\eta R_{\text{т}} d_{\text{р}}^2 P_{\text{т}}}{2(a+b)ed}; \qquad (3.128)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *ж*)

$$M_{\text{т}} = \frac{10^{-3}\pi\gamma acf\eta R_{\text{т}} d_{\text{р}}^2 P_{\text{т}}}{(a+b)d}, \qquad (3.129)$$

где $P_{\text{т}}$ — фактическая величина давления воздуха в ЦРТ первой ступени торможения, МПа.

16. Определить максимальный тормозной момент, создаваемый рабочим тормозом, для кинематических схем (рис. 3.2, *е*, *ж*) по формуле

$$M_{\text{тр}} = \gamma M'_{\text{тр}}. \qquad (3.130)$$

17. Определить необходимое давление воздуха или масла в цилиндрах предохранительного торможения по большой массе тормозного груза на одном приводе по формулам:

для кинематической схемы (рис. 3.2, *б*) — машины БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А

$$P_{\text{п}} = \frac{5{,}6g\,(Gn + G_{\text{п}})}{10^6 \pi d_{\text{п}}^2 \eta_{\text{п}}}; \qquad (3.131)$$

для кинематической схемы (рис. 3.2, *в*)

$$P_{\text{п}} = \frac{4gnG}{10^6 \pi d_{\text{п}}^2 \eta_{\text{п}}}; \qquad (3.132)$$

для кинематических схем (рис. 3.2, *г*, *е*, *ж*)

$$P_{\text{п}} = \frac{4g\,(Gn - G_{\text{п}})}{10^6 \pi \left(d_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2\right) \eta_{\text{п}}}, \qquad (3.133)$$

где $d_{\text{п}}$ — диаметр поршня цилиндра предохранительного торможения (ЦПТ), м; $d_{\text{ш}}$ — диаметр штока ЦПТ, м; $\eta_{\text{п}} = 0{,}9$ — коэффициент полезного действия ЦПТ.

18. Определить необходимое давление воздуха или масла в ЦРТ для полного оттормаживания машины $P_0$ по большей затяжке одного из пружинных блоков, а для машин НКМЗ — для поднятия тормозных грузов по большей массе груза на одном приводе по формулам:

для кинематических схем (рис. 3.2, *г*, *д*)

$$P_0 = \frac{4\left[gG_{\text{р}} + Z\,(F + H_{\text{п}})\right]}{10^6 \pi d_{\text{р}}^2 \eta_{\text{р}}}; \qquad (3.134)$$

для кинематических схем (рис. 3.2, *е*, *ж*)

$$P_0 = \frac{4gnG\,(a + b)}{10^6 \pi d_{\text{п}}^2 b \eta_{\text{р}} \eta_{\text{р}}}, \qquad (3.135)$$

где $H_{\text{п}}$ — величина хода поршня ЦРТ, мм; $\eta_{\text{р}}$ — коэффициент полезного действия цилиндра рабочего торможения, принимается равным 0,9 для машин с пружинными тормозами и 0,7 — для машин с грузопневматическим приводом.

Такое значение $\eta_{\text{р}}$ для машин с грузопневматическим приводом тормоза объясняется двумя обстоятельствами. С одной стороны, при нижнем положении поршня ЦРТ сжатый воздух воздействует не на всю площадь поршня. Из нее исключается площадь кольцевого пояска, которым поршень опирается о дно цилиндра и под который сжатый воздух практически не проникает. С другой стороны, этим коэффициентом учитывается необходимость расхода части энергии сжатого воздуха на поднятие подвижных деталей привода тормоза, масса которых в формуле (3.134) не учтена.

## 3.3. ТОРМОЗНОЙ ОБОД И ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ТОРМОЗА

### 3.3.1. Тормозной обод

При ревизии тормозного обода необходимо проверить:

1) состояние обода и надежность соединения его с барабаном. При значительном износе тормозного обода последний должен быть усилен специальными накладками или заменен новым, минимально допустимая толщина тормозного обода согласована с заводом-изготовителем. Рабочая поверхность тормозного обода должна быть ровной и гладкой. При наличии гребешков, царапин, борозд или вмятин обод следует проточить или прошлифовать. Мелкие дефекты устранить зачисткой и отполировать. Величина уступов в стыках тормозных ободов не должна превышать 0,1 мм. При больших смещениях следует проточить выступающую кромку стыка заподлицо или заовалить выступ радиусом не менее

100 м. Недопустимо попадание масла или воды на рабочую поверхность тормозных ободов;

2) величину биения тормозного обода индикатором, установленным на жестком основании в двух-трех сечениях по ширине обода. Индикатор можно устанавливать на деталях исполнительного органа тормоза, если есть полная уверенность в неподвижности этих деталей во время измерения. Скорость тормозного обода при измерении должна быть 0,2—0,3 м/с. При этом желательно, чтобы тормоз в работе не участвовал, а требуемая скорость обеспечивалась системой электропривода машины, так как работа тормоза может внести погрешность измерений, даже если индикатор закреплен не на исполнительном органе тормоза. Биение тормозных ободов вновь смонтированных подъемных машин не должно превышать величин, приведенных в табл. 3.4.

Таблица 3.4

| Диаметр тормозного обода, мм | Допустимая величина биения тормозного обода для вновь смонтированных подъемных машин, мм | |
|---|---|---|
| | для заклиненного барабана | для переставного барабана |
| До 3500 | 0,5 | 0,6 |
| Свыше 3500 до 4000 | 0,5 | 0,7 |
| » 4000 до 5000 | 0,5 | 0,8 |
| » 5000 до 7000 | 0,55 | 0,8 |

Для машин, находящихся в эксплуатации, допустимая величина биения может быть принята большей и составлять: до 1,2 мм — для барабанных машин с барабаном диаметром свыше 3,5 м и параллельным перемещением тормозных колодок; до 0,8 мм — для остальных подъемных машин. При этом должен обеспечиваться достаточный запас хода поршня каждого тормозного цилиндра или демпфера при затормаживании, а суммарный зазор между тормозным ободом и колодками не должен превышать установленной для данного типа машины величины. Если это условие не выполняется, необходимо проточить и прошлифовать тормозной обод;

3) температуру нагрева. Чрезмерный нагрев может быть вызван плохой подгонкой тормозных колодок, неправильной регулировкой исполнительного органа тормоза, неполным оттормаживанием машины вследствие неправильной регулировки тормозного привода, а также выпуклостью обода (при местном нагреве). Недопустимо появление цветов побежалости на ободе и подгорание колодок.

## 3.3.2. Тормозные колодки (фрикционные накладки)

При ревизии и наладке тормозных колодок (фрикционных накладок) необходимо проверить:

1) состояние тормозных колодок (фрикционных накладок). Деревянные тормозные колодки должны быть изготовлены из вербы, ивы, тополя или липы. Применение других пород дерева запрещается. Применяемое для тормозных колодок дерево должно быть сухим, однородным, без сучков со стороны рабочей поверхности и чрезмерных трещин. Допускаются лишь небольшие трещины, присущие любому просушенному дереву (длиной примерно до 200 мм, шириной до 1 мм, в глубину до 50 мм), если ширина трещины изменяется менее чем в 2 раза при затормаживании и оттормаживании. Трещины больших размеров могут быть залиты эпоксидной смолой или другими клеящими материалами, если в процессе эксплуатации будет исключен выход этого места на рабочую поверхность колодки. При заливке необходимо тормозную колодку снять, расположить ее

так, чтобы клеящий материал самотеком проник на максимальную глубину трещины. Через несколько часов установить колодку на место, затормозить машину и оставить ее в таком положении до полного отвердения смолы или клея.

Пресс-массовые фрикционные накладки должны быть выполнены из материала, рекомендуемого заводом-изготовителем. Треснувшие накладки должны быть заменены. Допускаются лишь небольшие сколы по углам накладок;

2) плотность прилегания колодок (накладок) к тормозному ободу при заторможенной машине. Новые фрикционные накладки должны быть притерты к тормозному ободу так, чтобы площадь контакта составляла не менее 50% общей площади накладок. Притирка производится в течение двух-трех смен, после чего выборочно снимается по одной накладке с каждой тормозной балки для оценки размеров поверхности контакта. Для монтируемых машин, если по технологии монтажа после притирки накладок предусматривается проточка тормозного обода, для ускорения притирки допускается сделать насечку зубилом на тормозном ободе. Во время притирки нагрев колодок и обода должен быть не выше температуры, вызывающей появление цветов побежалости на тормозном ободе.

Для увеличения площади контактирования деревянных тормозных колодок с ободом производится регулировка их положения на тормозных балках и пригонка колодок к ободу. Установка прокладок между тормозными балками и деревянными тормозными колодками не допускается.

При пресс-массовых накладках для увеличения коэффициента трения и увеличения площади контактирования МакНИИ рекомендует устанавливать резиновые прокладки между накладками и тормозными балками. При этом необходимо руководствоваться методическими указаниями, изложенными в 3.3.3;

3) отсутствие вибраций и скрипа тормозных колодок при затормаживании движущейся машины. Если вибрацию деревянных колодок не удается устранить их подгонкой, ремонтом или регулировкой исполнительного органа тормоза (явление «самозахватывания» тормоза), рекомендуется заменить их пресс-массовыми накладками;

4) величину запаса колодок (накладок) на износ. Работа машины не допускается, если толщина между рабочей поверхностью колодки (накладки) и наиболее выступающей частью крепящей конструкции составляет для деревянных колодок менее 10 мм, для пресс-массовых накладок — менее 5 мм.

Каждая колодка (накладка) должна крепиться конструкцией, предусмотренной заводом-изготовителем.

### 3.3.3. Методические указания по установке эластичных прокладок между фрикционными накладками (колодками) и тормозными балками

1. Упругие прокладки должны изготовляться по размеру тыльной поверхности фрикционной накладки.

2. Для изготовления прокладок можно применять любые сорта листовой резины (кроме сырой), в том числе и прорезиненные ткани (транспортерная лента).

3. Резиновые прокладки должны крепиться к фрикционным накладкам с помощью клеевых материалов. Допускается на действующих машинах установка резиновых прокладок без наклейки. В этом случае прокладки крепятся устройствами, предназначенными для крепления фрикционных накладок.

4. При установке прокладок на действующих подъемных машинах в целях сохранения радиуса тормозной накладки прокладки необходимо установить разной толщины. В центре тормозной балки они должны иметь толщину 7—8 мм для машин с диаметром барабана свыше 4 м и 5—6 мм — для машин с диаметром барабана от 2 до 3 м. Под крайними колодками толщину прокладок принимают 2—3 мм для машин с диаметром барабана свыше 4 м и 1,5—2 мм для машин с диаметром барабана от 2 до 3 м.

5. На новых подъемных машинах, а также при замене фрикционных накладок на действующих можно применять прокладки одинаковой толщины. При этом накладки должны быть проточены по диаметру тормозного обода.

6. Вначале прокладки устанавливают под накладки одного привода (для машин с одним приводом тормоза и двумя парами накладок под накладки передней или задней пары). После притирки их в процессе нормальной работы подъемной машины в течение одной-двух недель прокладки устанавливают под вторую пару накладок.

7. После установки прокладок должно быть тщательно проверено прилегание накладок к тормозному ободу в заторможенном состоянии машины. На накладках, не прилегающих к ободу, толщину прокладок необходимо увеличить.

## 3.3.4. Рычажно-шарнирный механизм

При ревизии и наладке рычажно-шарнирного механизма необходимо проверить:

1) состояние шарнирных опор и фундамента под тормозными балками. Наличие трещин в фундаменте или перемещения шарнирных опор по фундаменту не допускается. Анкерные болты должны быть туго затянуты. Нарушение фундамента должно быть немедленно устранено;

2) правильность монтажа элементов исполнительного органа тормоза. При правильно смонтированном исполнительном органе тормоза все его элементы при работе должны двигаться в плоскости, перпендикулярной к оси органа навивки. Перемещение элементов исполнительного органа тормоза вдоль оси органа навивки может появиться вследствие:

неправильного монтажа тормозных балок или тормозного привода;

чрезмерных зазоров в опорных шарнирах тормозных балок;

неодинакового суммарного зазора между тормозными колодками и ободом для левого и правого исполнительного органа тормоза при одном тормозном приводе;

3) состояние шарнирных соединений тормозной системы. Величину износа шарнирных соединений можно определить разборкой и обмером их. Однако, учитывая трудоемкость работ при этом и длительность простоя машины, рекомендуется разобрать для обмера два-три наиболее изношенных шарнирных соединения. Приближенную оценку величины зазора в шарнирном соединении можно сделать при помощи индикатора при взаимном перемещении соединяемых деталей. Этим способом можно установить лишь суммарный зазор в соединении. При зазорах, превышающих допустимые (табл. 3.5), необходимо произвести ремонт шарнирных соединений. Предельные размеры расточки отверстий, возможность установки втулок необходимо согласовать с заводом-изготовителем. Ремонт шарнирных соединений необходимо производить также во всех случаях, если из-за их износа запас хода поршня до упора в дно предохранительного цилиндра меньше допустимого;

4) состояние смазки шарниров и подшипников. Все шарниры и подшипники должны быть смазаны густой смазкой. Неисправные пресс-масленки необходимо заменить новыми, а маслопроводные каналы очистить от грязи и посторонних примесей;

Таблица 3.5

| Зазор, мм | Номинальный диаметр отверстия шарнира, мм | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | от 18 до 30 | свыше 30 до 50 | свыше 50 до 80 | свыше 80 до 120 | свыше 120 до 180 | свыше 180 до 260 |
| Номинальный | 0,06—0,13 | 0,07—0,15 | 0,08—0,18 | 0,09—0,21 | 0,10—0,24 | 0,12—0,28 |
| Максимально допустимый | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,42 | 0,50 | 0,60 |

5) свободу перемещения подвижных деталей исполнительного органа тормоза, которые должны перемещаться свободно, без рывков и заеданий. Все перекосы, заедания в шарнирах и другие неисправности, затрудняющие перемещение тормозных балок, должны быть устранены;

6) состояние тормозных тяг и шарнирных головок. При наличии трещин или глубоких вмятин тяги должны быть заменены новыми. Погнутость тяг недопустима. Детали с поврежденной резьбой необходимо заменить новыми, если устранить заедание резьбы не удается. Новые детали должны быть изготовлены по чертежам завода-изготовителя.

## 3.3.5. Регулировка исполнительного органа тормоза

### 3.3.5.1. Общие требования к регулировке исполнительного органа тормоза

Правильно отрегулированный исполнительный орган тормоза должен отвечать следующим требованиям:

1) суммарный рабочий зазор между тормозными колодками (фрикционными накладками) одной пары и ободом должен быть установлен в соответствии с рекомендациями, приведенными в инструкции завода-изготовителя. При отсутствии заводских данных зазор устанавливается в пределах 2—3,5 мм (для исполнительных органов тормоза с угловым перемещением колодок зазор измеряется посередине колодки);

2) выключатель износа колодок (ВИК) должен быть настроен на срабатывание при увеличении суммарного зазора между тормозными колодками и ободом до 4 мм, а для пружинных тормозов — из условия уменьшения тормозного момента на 5 % от величины, установленной при рабочем зазоре. При срабатывании ВИК величины хода и запаса хода поршней тормозных цилиндров должны быть:

для машин завода им. ЛКУ с грузогидравлическим приводом тормоза — величина хода поршня не более 250 мм, запас хода поршня до упора в нижнюю крышку цилиндра не менее 150 мм;

для машин НКМЗ с грузопневматическим приводом тормоза при конструктивном ходе поршня цилиндра предохранительного торможения (ЦПТ) 550 мм — выход поршня цилиндра рабочего торможения (ЦРТ) не более 120 мм, ход поршня ЦПТ при предохранительном торможении не более 480 мм, запас хода поршня ЦПТ не менее 70 мм;

для машин НКМЗ при конструктивном ходе поршня ЦПТ 700 мм — выход поршня ЦРТ не более 150 мм, ход поршня ЦПТ не более 600 мм, запас хода поршня ЦПТ не менее 100 мм;

для прочих машин — в соответствии с технической характеристикой приводов тормоза.

Для облегчения визуального контроля за величинами хода поршней тормозных цилиндров рекомендуется устанавливать линейки — указатели с делениями и с отметкой положения, при котором срабатывает ВИК;

3) величина суммарного зазора между тормозными колодками и ободом левой и правой пары колодок (накладок) должна быть одинаковой. Разница ходов поршней для левого и правого приводов тормоза не должна превышать величины, указанной в инструкции завода-изготовителя;

4) суммарный зазор между тормозными колодками (накладками) и ободом для каждой пары колодок должен быть поделен пополам для задней и передней колодок. При работе полностью отторможенной машины не должно иметь место задевание тормозным ободом колодок (накладок) вследствие биения обода;

5) при затормаживании машины должно быть обеспечено полное прилегание тормозных колодок (накладок) по всей дуге охвата ими тормозного обода.

### 3.3.5.2. Исполнительный орган тормоза с угловым перемещением колодок (накладок)

Регулировку суммарного зазора между тормозными колодками (накладками) и ободом тормоза с угловым перемещением колодок или накладок (рис. 3.3 и 3.4) осуществляют укорачиванием или удлинением горизонтальной тяги. Выравнива-

ние зазора между передней и задней тормозными колодками (накладками) и ободом производят упорным винтом.

Полного прилегания тормозных колодок (накладок) к ободу по всей дуге охвата можно добиться только соответствующей подгонкой и притиркой при работе машины, а также установкой эластичных прокладок под пресс-массовые накладки в соответствии с 3.3.3. У подъемных машин типов БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А прилегание фрикционных

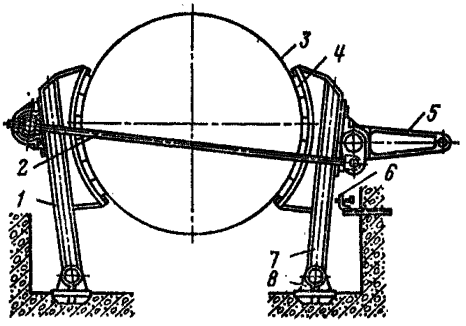



**Рис. 3.3. Схема исполнительного органа тормоза малых однобарабанных подъемных машин:**

*1* — тормозная балка задняя; *2* — тяга; *3* — тормозной обод; *4* — тормозная колодка; *5* — тормозной рычаг; *6* — упорный болт; *7* — тормозная балка передняя; *8* — опорный подшипник

накладок по дуге охвата регулируется изменением положения балки *1* (см. рис. 3.4) по высоте с помощью прокладок, устанавливаемых между опорными поверхностями балки и рамой машины.

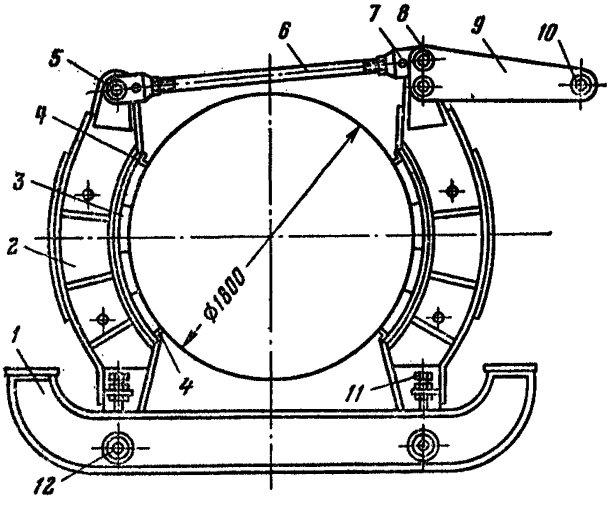



**Рис. 3.4. Схема исполнительного органа тормоза подъемных машин БМ-2000-3А (2БМ-2000-3А):**

*1* — балка нижняя; *2* — балка тормозная; *3* — тормозная колодка; *4* — упоры; *5*, *8*, *10* и *12* — валики; *6* — тяга стяжная; *7* — шарнирная головка; *9* — угловой рычаг; *11* — болт для монтажа

### 3.3.5.3. Исполнительный орган тормоза с пружинным приводом

Регулировку исполнительного органа тормоза, изображенного на рис. 3.5, осуществлять в следующей последовательности:

1) опустить правый упорный болт *12* так, чтобы между головкой болта и тормозной балкой *7* был зазор 4—5 мм;

2) поднять поршень цилиндра рабочего торможения до упора в верхнюю крышку подачей масла или воздуха (при пружинно-грузовом пневматическом приводе тормоза предварительно должны быть подняты тормозные грузы подачей воздуха в цилиндр предохранительного торможения). При монтаже машины, если

подача воздуха или масла в цилиндр невозможна, допускается поднять поршень монтажными приспособлениями;

3) прижать левым упорным болтом фрикционные накладки к тормозному ободу;

4) установить вращением горизонтальной тяги *2* суммарный зазор 2 мм между ободом и правой фрикционной накладкой *8*. Зазор измерить щупом в средней части накладки против шарнира;

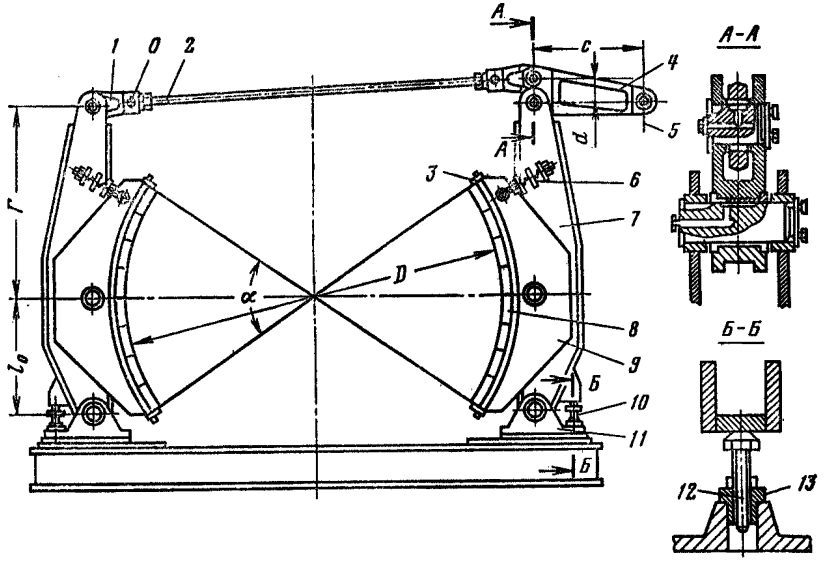



**Рис. 3.5. Исполнительный орган тормоза подъемных машин с пружинным приводом:** *1* — головка шарнира; *2* — горизонтальная тяга; *3* — упор; *4* — угловой рычаг; *5* — ось тяги; *6* — пружинное звено; *7* — тормозная балка; *8* — фрикционные накладки; *9* — шарнирная балка; *10* — регулируемый упор; *11* — опора; *12* — упорный болт; *13* — втулка

5) установить регулировкой правого пружинного звена *6* равномерный зазор по всей дуге прилегания. При этом одну из пружин вначале затянуть на величину, указанную в заводской инструкции, а изменением затяжки второй пружины этого же пружинного звена отрегулировать зазор;

6) ввернуть левый упорный болт на 4—5 мм, а правым болтом *12* прижать правую фрикционную накладку *8* к тормозному ободу. При этом зазор между тормозным ободом и фрикционными накладками перейдет на левую сторону;

7) отрегулировать левым пружинным звеном равномерность зазора по дуге прилегания (см. п. 5);

8) распределить поровну суммарный зазор 2 мм между двумя фрикционными накладками (по 1 мм на сторону) регулировкой упорных болтов;

9) произвести около 10 циклов торможений и затем проверить величины зазоров; при необходимости — откорректировать положение регулировочных деталей. При вращении тяги *2* контролировать положение концов тяги через отверстия *О*, имеющиеся в шарнирных головках. Концы тяги должны находиться примерно на середине отверстий. Вывинчивание тяги за пределы кромок отверстий недопустимо;

10) зафиксировать контргайками регулировочные элементы.

### 3.3.5.4. Исполнительные органы тормоза НКМЗ I и II типов

Регулирование зазора между колодками (накладками) и ободом для исполнительного органа, изображенного на рис. 3.6, производят одновременным изменением длины вертикальных тяг *10* и *11*. Если резьба этих тяг полностью использована, то для уменьшения зазора их необходимо распустить и оставить в шарнир-

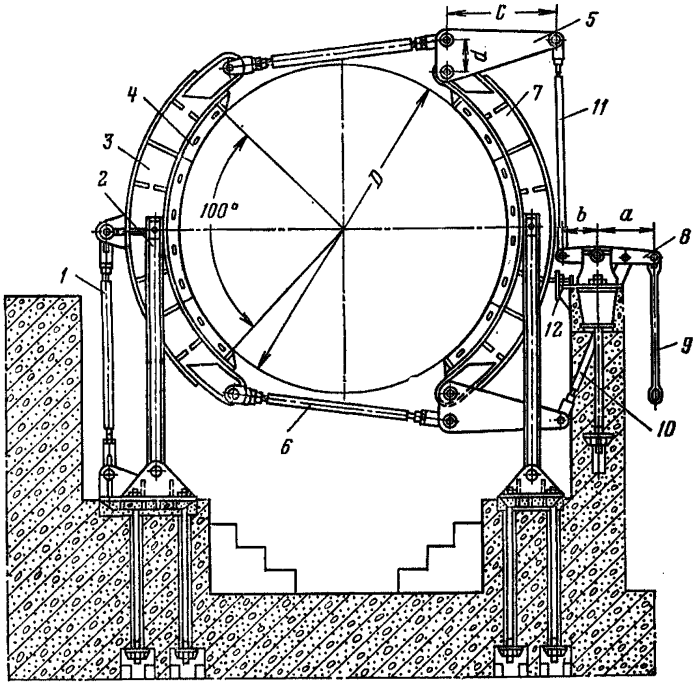



**Рис. 3.6. Схема исполнительного органа тормоза подъемных машин НКМЗ (I типа):** *1* — винтовая стойка; *2* — стойка; *3* и *7* — тормозные балки; *4* — тормозные колодки; *5* и *8* — рычаги; *6*, *9*, *10* и *11* — тяги; *12* — упорный винт

ных головках резьбу концов тяг длиной не менее диаметра резьбы. После распускания тяг *10* и *11* зазор уменьшить укорачиванием на одинаковую величину горизонтальных тяг *6*. Затем точную регулировку зазора произвести тягами *10* и *11*. Равномерность зазора по всей дуге охвата регулируют винтовой стойкой, связанной с задней тормозной балкой. Зазоры между обеими колодками (накладками) и ободом выравнивать упорным винтом *12*.

Зазоры исполнительного органа, изображенного на рис. 3.7, регулируют аналогично. Отличие этого типа состоит в том, что винтовая стойка *2* для регулировки равномерности зазора по длине колодки расположена у передней тормозной балки.

### 3.3.5.5. Исполнительный орган тормоза НКМЗ III типа

Регулировку исполнительного органа тормоза, изображенного на рис. 3.8, произвести в следующем порядке:

1) при распущенных верхних и нижних упорах *5*, *6*, *9* и *10* и отторможенной машине гайку *18* на вертикальных тягах *19* и *20* навинтить так, чтобы длина на-

винченной резьбы с обеих сторон была в пределах от одного до полутора диаметров резьбы, а гайки дополнительной стойки *14* отпустить;

2) одновременной регулировкой верхней *3* и нижней *4* горизонтальных тяг добиться, чтобы рычаг *12* своей нижней плоскостью установился в горизонтальном положении или имел небольшой наклон в сторону барабана; при этом запас навинченной резьбы горизонтальных тяг должен быть не менее одного диаметра;

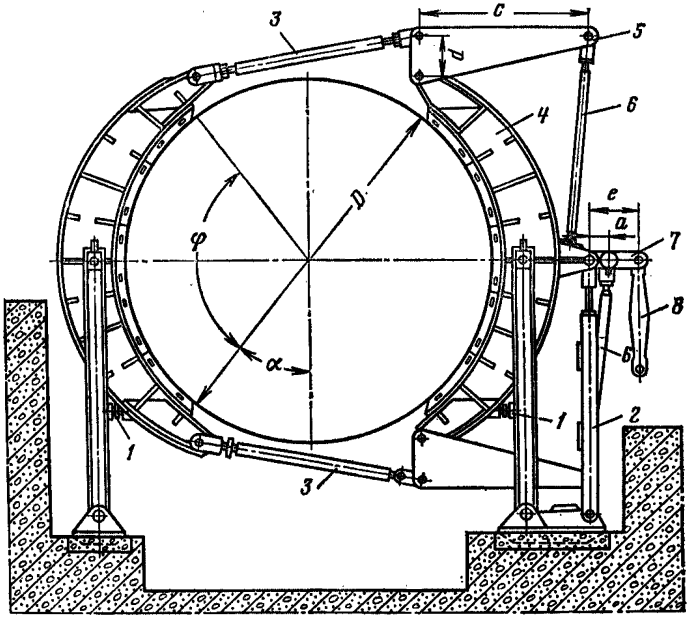



**Рис. 3.7. Схема исполнительного органа тормоза подъемных машин НКМЗ (II типа):** *1* — упорные болты; *2* — винтовая стойка; *3, 6, 8* — тяги; *4* — тормозные балки; *5* и *7* — рычаги

3) затормозить машину рабочим тормозом; зафиксировать гайками примерно с одинаковым усилием положение П-образной скобы дополнительной стойки *14*; поджать передние верхний *5* и нижний *9*, а также задний нижний *10* упоры до соприкосновения с тормозной балкой;

4) растормозить машину; при этом передняя тормозная балка *1*, ограниченная упорами, остается в заторможенном неподвижном состоянии, а задняя тормозная балка *2* отойдет от тормозного обода и останется в свободном состоянии; весь прежний (двойной) зазор образуется между тормозным ободом и колодками (накладками) задней тормозной балки;

5) отрегулировать зазор между колодками (накладками) *7* задней балки *2* и тормозным ободом; для этого необходимо стянуть (при необходимости уменьшить зазор) верхнюю горизонтальную тягу *3* и, регулируя нижний задний упор *10*, добиться равномерного двойного зазора (минимального с учетом биения тормозного обода) по всей дуге охвата колодок (накладок), например 3 мм. Подвести верхний задний упор *6* до соприкосновения с балкой *2*;

6) затормозить машину; проверить выход рабочего поршня, который не должен превышать 120 мм; измерить зазор между задней балкой *2* и верхним упором *6*; разделить этот зазор поровну между передними и задними упорами, для этого передние упоры (верхний *5* и нижний *9*) отпустить, например, на 1,5 мм, а задние *6* и *10* подтянуть на 1,5 мм;

7) растормозить машину и убедиться в равномерном распределении зазора между тормозным ободом и колодками (накладками); если при этом наблюдается стук поршня о дно цилиндра *8* рабочего торможения, то подтягиванием верхних упоров *5* и *6* необходимо добиться, чтобы поршень не доходил до дна на 5—10 мм; если при подтягивании верхних упоров *5* и *6* не удается устранить стук, рекомендуется установить буферное устройство из прорезиненной ленты под рычагом *13* вместе соединения последнего с вертикальной тягой *17*; если при оттормаживании

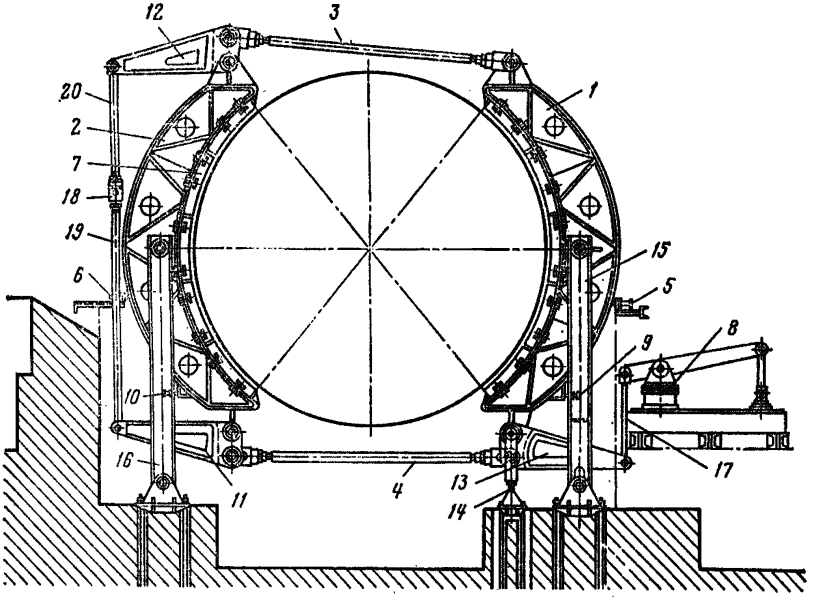



**Рис. 3.8. Схема исполнительного органа тормоза подъемных машин НКМЗ (III типа):** *1, 2* — передняя и задняя тормозные балки; *3, 4* — верхняя и нижняя горизонтальные тяги; *5, 6* — верхние передний и задний упоры; *7* — колодки; *8* — цилиндр рабочего торможения; *9, 10* — нижние передний и задний упоры; *11, 12, 13* — рычаги; *14* — дополнительная стойка; *15, 16* — стояки; *17* — вертикальная тяга; *18* — гайка; *19, 20* — вертикальные тяги

поршень цилиндра рабочего торможения зависает в промежуточном положении, а верхние колодки (накладки) не отходят от тормозного обода, необходимо предварительно убедиться в отсутствии заедания в шарнирах тормоза; при отсутствии заедания следует утяжелить поршень цилиндра *8* рабочего торможения заполнением его внутренней полости металлическими предметами либо установить на вертикальной тяге *17*, соединяющей привод тормоза с рычагом *13*, дополнительный груз массой до 350 кг;

8) затормозить машину и надежно закрепить контргайками все регулируемые элементы тормозной системы.

## 3.4. ГРУЗОВОЙ ПРИВОД ТОРМОЗА

### 3.4.1. Устройство и принцип действия

Тормозное устройство подъемных машин и лебедок типов ПМ, БЛ, ТЛ и ПЛ состоит из независимых друг от друга рабочего и предохранительного тормозов

Рабочий тормоз *1* (рис. 3.9) воздействует колодками *3* на тормозной шкив *2*, сидящий на приводном валу. Торможение производится грузом *4*, а оттормажива-

ние — вручную при помощи рукоятки *5*, связанной тягой *6* с рычажной системой тормоза. Исполнительный орган *7* предохранительного тормоза воздействует на тормозной обод барабана *8*. Привод тормоза грузовой; для подъема тормозного груза *9* и удержания его в поднятом положении служит тормозная колонка *10*. Связанные с тормозным рычагом тяги *1* (рис. 3.10) прикреплены к траверсе *2*

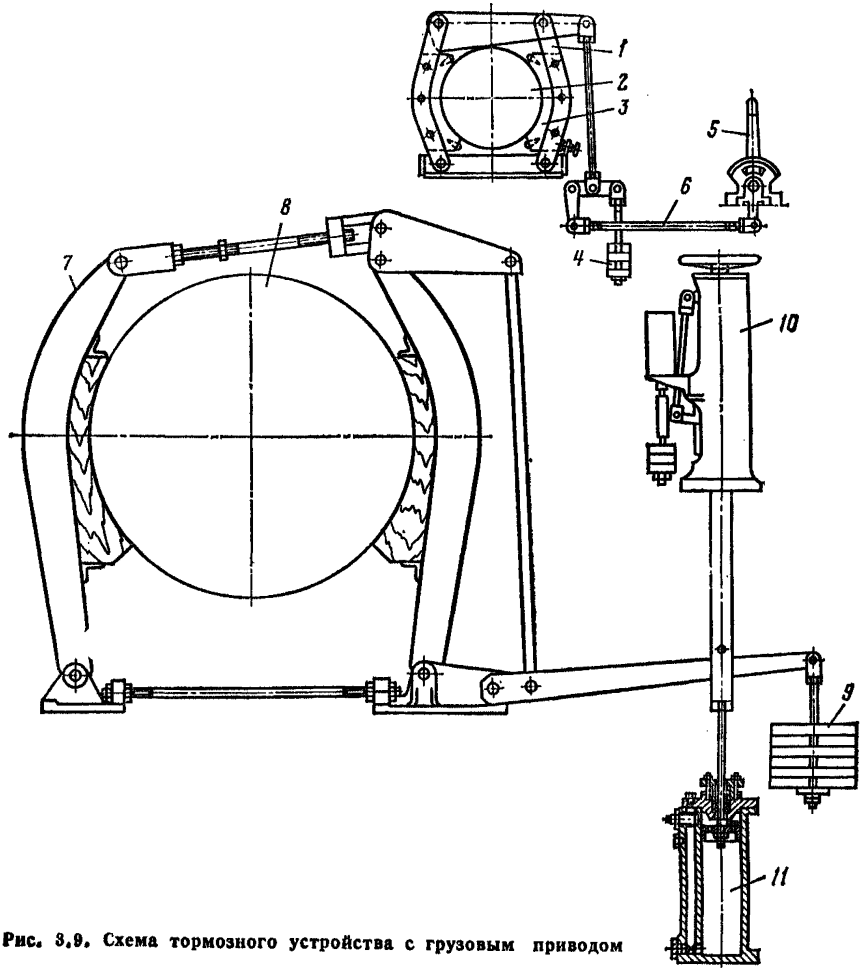



**Рис. 3.9. Схема тормозного устройства с грузовым приводом**

(в действительности тяги и траверса расположены в плоскости, перпендикулярной к чертежу, и на схеме условно для большей наглядности повернуты на 90°), которая удерживается за головку *3* захватами *4*. Захваты шарнирно подвешены к головке *5*, одновременно являющейся гайкой подъемного винта *6*. Захваты соединены пружиной *7*, не позволяющей им произвольно расходиться.

При включении предохранительного тормоза электромагнит *8* обесточивается, груз *9*, опускаясь, поворачивает связанные с ним рычаги *10* и *11*. Под действием рычага *11* захваты расходятся, освобождая головку *3*; при этом траверса вместе с тормозным грузом опускается.

Подъем тормозного груза производится следующим образом. Вращая винт *6* штурвалом *12* против часовой стрелки, опустить головку *5* так, чтобы захваты *4* захватили траверсу *2* за головку *3*. После включения электромагнита, вращая штурвал по часовой стрелке, всю систему поднять в исходное положение, которое фиксируется указателем *13*. С помощью демпфера *11* (см. рис. 3.9) устраняется чрезмерно быстрое опускание груза и связанные с этим явления ударного торможения и колебаний рычагов тормоза.

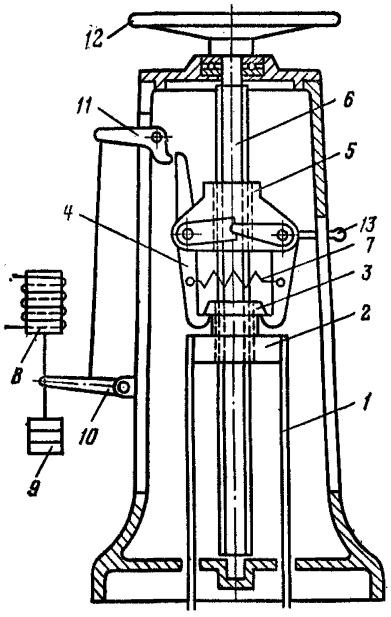


Рис. 3.10. Тормозная колонка

Существуют колонки и других конструкций, не получившие широкого распространения. В конструкцию тормоза лебедок БЛ-1200/1030-2М, 2БЛ-1200/830-2М и 2БЛ-1200/820-2М, а также лебедок БЛ-1200/2030-2, 2БЛ-1200/830-2 и 2БЛ-1200/820-2 внесен ряд усовершенствований, позволяющих осуществлять дистанционное управление лебедками. Управление рабочим тормозом таких лебедок (рис. 3.11) может осуществляться при помощи электромагнита *2* типа КМТ-411 при дистанционном управлении или рукояткой *4* со стойки управления при ручном управлении. Для подъема и удержания тормозного груза *4* (рис. 3.12) предохранительного тормоза применен электрогидравлический толкатель *2* типа ТЭГ-300 (или ЭГП-2А до 1967 г.).

В целях модернизации подъемных машин и лебедок старых конструкций допускается замена тормозной колонки и демпфера электрогидравлическим толкателем по согласованию с заводом-изготовителем.

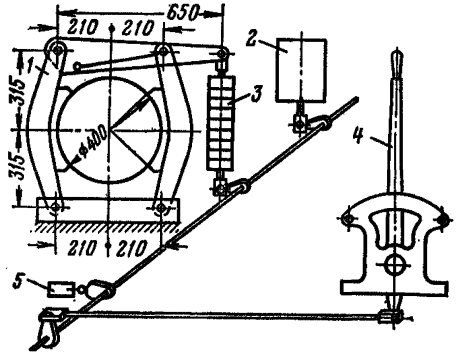


Рис. 3.11. Схема рабочего тормоза лебедок БЛ-1200/1030-2М; 2БЛ-1200/830-2М; 2БЛ-1200/820-2М; БЛ-1200/1030-2; 2БЛ-1200/830-2 и 2БЛ-1200/820-2:

*1* — исполнительный орган тормоза; *2* — электромагнит; *3* — груз тормоза; *4* — рукоятка тормоза; *5* — блокировочный выключатель

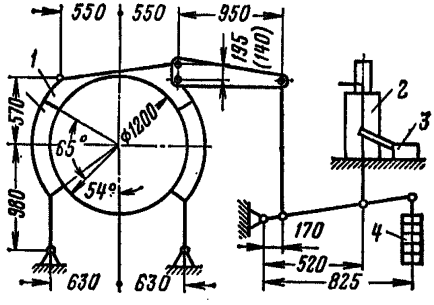


Рис. 3.12. Схема предохранительного тормоза лебедок БЛ-1200/1030-2М; 2БЛ-1200/830-2М; 2БЛ-1200/820-2М; БЛ-1200/1030-2; 2БЛ-1200/830-2 и 2БЛ-1200/820-2:

*1* — исполнительный орган тормоза; *2* — толкатель электрогидравлический; *3* — блокировочный выключатель; *4* — груз тормоза. Размер 140 в скобках относится к лебедкам с индексом «2»

## 3.4.2. Ревизия и наладка тормоза с грузовым приводом

### 3.4.2.1. Тормозная колонка

При ревизии и наладке тормозной колонки необходимо проверить:

1) состояние шарнирных и резьбовых соединений и их смазку. Изношенные детали заменить;

2) состояние захватов и головки. При подработке захватов *4* (см. рис. 3.10) их следует наварить и обработать. Если головка *3* имеет скругленные края, то ее необходимо проточить или изготовить новую.

### 3.4.2.2. Демпфер и тормозной груз

При ревизии и наладке демпфера и тормозного груза необходимо проверить:

1) надежность крепления демпфера на фундаменте, правильность установки его по вертикали и соосность со штоком;

2) количество масла в демпфере и его состояние. При необходимости заменить масло;

3) крепление тормозного груза. Крепление должно быть выполнено так, чтобы исключить возможность выпадания отдельных плит и самоотвинчивания гаек под тормозным грузом. Количество наборных плит должно соответствовать расчетному (см. 3.2.2.1 и 3.2.3);

4) состояние колодца тормозного груза. При опускании груз не должен задевать за стенки колодца, а расстояние от груза до стенок должно быть не менее 25 мм. Расстояние между тормозным грузом и дном колодца в конструктивном крайнем нижнем положении поршня демпфера должно быть не менее 300 мм. В колодце не должно быть посторонних предметов, воды, масла;

5) правильность взаимного монтажного положения тормозного рычага, колонки и демпфера по вертикали. Если монтажное положение элементов привода тормоза правильное, то:

при увеличенном зазоре между тормозными колодками и ободом опускание тормозного груза должно ограничиваться упором поршня демпфера в нижнюю крышку. Никакие другие детали не должны препятствовать опусканию поршня в это положение;

при любом положении тормозного груза, в том числе нижнем, конструктивно возможном, должен обеспечиваться надежный захват головки *3* захватами *4* (см. рис. 3.10);

расстояние между поршнем и верхней крышкой демпфера при полностью отторможенной машине должно быть не более 40 мм;

6) величину хода поршня демпфера при максимально допустимом зазоре между тормозными колодками и ободом, а также запас хода поршня до упора в нижнюю крышку цилиндра демпфера; этот запас должен быть не менее 100 мм;

7) наличие метки, показывающей нормальное положение тормозного груза при оттормаживании машины, и блокировки, запрещающей работу машины с не полностью поднятым грузом;

8) режим опускания тормозного груза. При слишком быстром опускании, сопровождающемся колебаниями системы рычагов, необходимо уменьшить перепускное отверстие в обводной трубке демпфера. Режим опускания груза можно регулировать также вязкостью масла демпфера. Особо тщательно следует отрегулировать режим опускания тормозного груза при необходимости создания двухступенчатого предохранительного торможения. В этих случаях необходимо установить минимально возможное сечение перепускного отверстия. Быстрое наложение первой ступени торможения обеспечивается выбором уровня масла в демпфере. При отторможенной машине поршень демпфера должен отстоять от масла примерно на 100 мм.

### 3.4.2.3. Рычажно-шарнирный механизм

При ревизии рычажно-шарнирной системы рабочего и предохранительного тормозов необходимо проверить состояние рычагов, тяг, шарниров, стопорящих деталей. Зазоры в шарнирах не должны превышать величин, приведенных в табл. 3.5. Количество наборных плит груза рабочего тормоза должно соответствовать расчетному, плиты должны быть надежно закреплены.

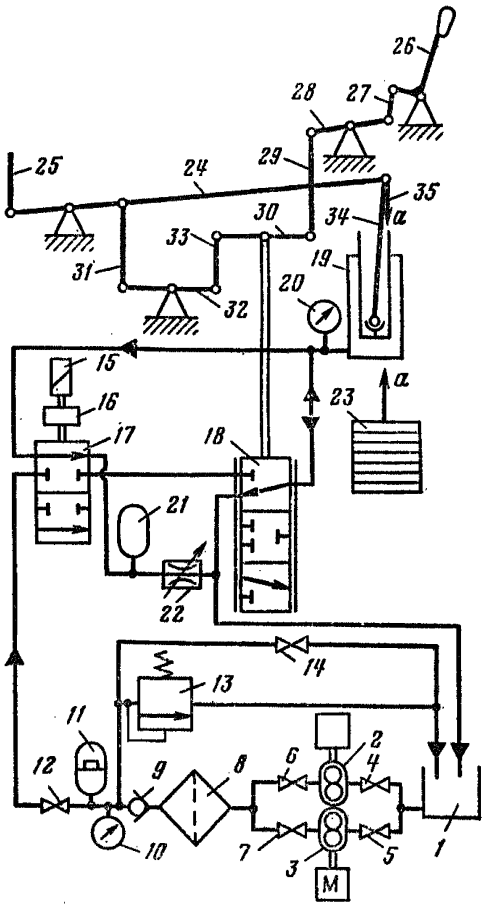



**Рис. 3.13. Схема рабочего и предохранительного тормоза подъемных машин с грузогидравлическим приводом тормоза:**

*1* — сточный бак; *2*, *3* — насосы; *4*, *5*, *6*, *7*, *12*, *14* — вентили; *8* — фильтр; *9* — обратный клапан; *10*, *20* — манометры; *11* — аккумулятор давления; *13* — предохранительный клапан; *15* — электромагнит; *16* — дополнительный груз; *17*, *18* — краны предохранительного и рабочего торможения; *19* — тормозной цилиндр; *21* — расширительный бачок; *22* — дроссельная шайба; *23* — груз; *24*, *28*, *30*, *32* — рычаги; *25*, *27*, *29*, *31*, *33*, *34*, *35* — тяги; 26 — рукоятка

## 3.5. ГРУЗОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД ТОРМОЗА

### 3.5.1. Устройство и принцип действия (рис. 3.13)

Известны несколько конструкций грузогидравлического привода тормоза, отличающихся друг от друга конструктивным исполнением отдельных узлов, которые совершенствовались с течением времени, однако принцип действия всех конструкций одинаков. Источником тормозного усилия является груз *23*, подвешенный на двух тягах *35* и воздействующий на исполнительный орган тормоза через рычаг *24* и тягу *25*. Оттормаживание машины осуществляется подачей масла под давлением в тормозной цилиндр *19*.

Изображенная на рис. 3.13 кинематическая схема привода тормоза с рычагом *24* первого рода применяется на всех подъемных машинах типов БМ и 2БМ, кроме БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А, в сочетании с исполнительным органом, кинематическая схема которого приведена на рис. 3.2, *в*. У машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А применен рычаг *24* второго рода в сочетании с исполнительным органом, кинематическая схема которого приведена на рис. 3.2, *б*, а ось подвески тормозного груза не совпадает с осью, соединяющей тормозной цилиндр с рычагом *24*, и расположена дальше от оси опоры рычага.

Кроме того, машины 2БМ-2000-3А снабжены двумя приводами тормоза. Тяга *31* соединена с рычагом привода заклиненного барабана. Цилиндр привода переставного барабана соединен с цилиндром привода заклиненного барабана через трехходовой кран. При расцеплении барабанов золотник крана устанавливается в положение, при котором цилиндры разъединяются, а из цилиндра привода переставного барабана масло сливается в сточный бак *1*.

Из сточного бака масло подается в аккумулятор давления *11* через фильтр *8* и обратный клапан *9* одним из насосов *2* или *3*. Выбор того или иного насоса осу-

ществляется вентилями *4*, *5*, *6* и *7*. Работа маслонасосов автоматизирована концевыми выключателями, контролирующими верхнее и нижнее положение груза аккумулятора давления. Предохранительный клапан *13* предназначен для слива масла в сточный бак, если по какой-либо причине маслонасос не может отключиться. Вентилем *14* сливают масло из аккумулятора давления при ремонтных работах. Из аккумулятора давления через вентиль *12* масло подается к крану *17*. Изображенное на рис. 3.13 положение золотниковых распределителей кранов предохранительного торможения *17* и рабочего торможения *18* соответствует заторможенному положению машины. При этом цилиндр *19* соединен со сточным баком через оба крана. Для оттормаживания машины необходимо вначале включить электромагнит *15* («зарядить» тормоз). Золотник крана *17* при этом займет верхнее положение, разъединив цилиндр и сточный бак и соединив напорный трубопровод с краном *18*. Затем, поворачивая рукоятку *26* против часовой стрелки (от машиниста), приподнять золотник крана *18* и впустить масло в цилиндр *19*. Ограничение подъема поршня цилиндра *19* при крайнем положении «отторможено» рукоятки *26* осуществляется тягами *31* и *33* и рычагами *32* и *30*, с помощью которых золотник крана *18* устанавливается в среднее положение, при котором цилиндр отсоединяется и от напорного трубопровода и от сточного бака. Рабочее торможение осуществляется поворотом рукоятки *26* в обратную сторону на угол, соответствующий желаемой величине тормозного момента. При этом в зоне выбора зазора между тормозными колодками и ободом и регулирования тормозного момента осуществляется обратная связь по положению рычага *24* тягами *31* и *33* и рычагами *32* и *30*. При достижении максимального тормозного момента, когда груз *23* полностью зависает на рычажно-шарнирном механизме тормоза, прекращается действие обратной связи и цилиндр остается соединенным со сточным баком.

Предохранительное торможение осуществляется отключением электромагнита *15*. При этом его якорь, дополнительный груз *16* и золотник крана *17* опускаются в положение, изображенное на рис. 3.13. Масло из цилиндра выпускается через кран *17*, расширительный бачок *21* и дроссельную шайбу *22*. Дроссельная шайба предназначена для регулирования времени нарастания тормозного момента в случае необходимости создания двухступенчатого торможения, а расширительный бачок — для быстрого опускания груза в начальный момент предохранительного торможения с целью уменьшения времени холостого хода и времени срабатывания тормоза.

На ряде подъемных установок для обеспечения дистанционного или автоматического управления рабочим торможением применены комплекты аппаратуры АУГТ-1 при установке в невзрывоопасной среде или комплекты АУГТ-2 при установке во взрывоопасной среде.

В состав комплекта АУГТ-1 входят:

взрывобезопасный регулятор давления РДУГ (РДВГ), устанавливаемый вместо крана *18* (см. 4.3.10);

тормозной сельсинный командоаппарат 1196-460 (прежний шифр 846У-3-19), устанавливаемый на пульте управления (см. 4.3.4);

взрывобезопасное устройство обратной связи УОС, устанавливаемое на площадке привода тормоза и механически связанное с рычагом привода;

электрический блок управления БУРН в рудничном нормальном исполнении.

В состав комплекта АУГТ-2 входят те же аппараты но вместо тормозного сельсинного командоаппарата открытого исполнения — взрывобезопасный командоаппарат ТКВ (см. 4.3.4), а вместо блока БУРН — блок БУРВ в исполнении РВИ-2,5.

## 3.5.2. Ревизия и наладка тормоза с грузогидравлическим приводом

### 3.5.2.1. Аккумулятор давления и маслосистема

При ревизии и наладке аккумулятора давления и малосистемы необходимо проверить:

1) количество, сорт и состояние масла, залитого в маслосистему (сорт масла проверить по документации или путем опроса обслуживающего персонала шахты).

Взять пробу масла со дна сточного бака и визуально определить его чистоту.

В маслосистему должно заливаться индустриальное масло И-12А. Можно также применять смесь, состоящую из 25 % машинного масла СУ и 75 % трансформаторного масла. Наличие механических примесей и грязи в масле не допускается. Перед заливкой масла сточный бак должен быть промыт керосином. Заливать масло следует через густую сетку. Рекомендуется смену масла в тормозной системе производить через каждые 6 мес. Однако при отсутствии признаков загрязнения или разложения масла этот срок может быть увеличен. Норма заливки масла — 120 кг.

Недостаточное количество масла может привести к захватыванию воздуха маслонасосом и попаданию его в тормозную систему, что недопустимо;

2) состояние рабочей поверхности плунжера аккумулятора давления (рис. 3.14). Наличие на поверхности глубоких борозд не допускается;

3) отсутствие конусности плунжера, которая может привести при нормальной затяжке манжеты к заклиниванию его и невозможности оттормозить машину. Если имеется конусность плунжера, его необходимо сменить или проточить и отшлифовать. До замены плунжера допускается временно ослабить гайки, крепящие манжету, для устранения заклинивания. Однако при этом увеличатся утечки масла;

4) состояние уплотняющей манжеты. Если при движении плунжера вниз на верхней крышке *10* накапливается масло, то манжету следует дополнительно затянуть или заменить новой. Чрезмерно сильная затяжка манжеты не рекомендуется, так как при этом появляются большие колебания давления масла в аккумуляторе. Колебания давления свыше 0,05 МПа не допускаются;

5) величину утечек масла в системе. Если после пятнадцатиминутной выдержки в заданном положении плунжер аккумулятора опустится больше чем на 20 мм, то необходимо устранить утечки масла. Для проверки утечек масла необходимо установить, по какому трубопроводу поступает масло в сточный бак при неработающем тормозе. Если масло поступает в сточный бак из аккумулятора, то это означает, что неисправен перепускной кран или предохранительный клапан, если масло поступает по главному сточному трубопроводу — неисправны краны управления. Утечки масла через трубы не допускаются;

6) правильность установки аккумулятора давления по вертикали (проверяют отвесом);

7) число грузов аккумулятора давления, которое должно быть таким, чтобы обеспечивалось быстрое, но не чрезмерно резкое оттормаживание машины. Давление масла должно несколько превышать расчетное (см. 3.2.3);

8) установку конечного выключателя (выключателей) в цепи управления маслонасосами. Насос должен включаться, когда грузы аккумулятора не доходят до опорных брусьев на 200 ± 50 мм, а выключаться — когда грузы отходят от опорных брусьев на 800 ± 50 мм;

9) состояние концевых выключателей (см. 4.3.7);

10) надежность ограничителя крайнего верхнего положения плунжера в цилиндре аккумулятора давления. При неисправности конечного выключателя *12*, когда двигатель маслонасоса не отключается, фланец *1* должен упереться во втулку *6*. Для проверки надежности крепления фланца и втулки необходимо отодвинуть кронштейн *17* в сторону и кратковременно включить маслонасос. Эту проверку производят после наладки предохранительного клапана;

11) состояние запорного вентиля *23* и подобрать его проходное отверстие. При этом иметь в виду, что при малой массе тормозного груза большое отверстие в запорном вентиле может быть причиной колебаний главного тормозного рычага при оттормаживании;

12) работу маслоаккумулятора. Если при оттормаживании наблюдаются вибрации плунжера, то это означает, что под плунжер попал воздух. Для выпуска воздуха необходимо опустить грузы аккумулятора на опорные брусья. Затем, отвинтив контргайки со шпилек, поднять крышку *10* и манжету *14*. После этого толчками включить маслонасос и, когда масло дойдет до верхней части цилиндра, отключить маслонасос, поставить на место манжету, фланец и закрепить их гайками и контргайками;

13) исправность маслонасосов. Устранить чрезмерный шум при работе насоса, если он имеет место. Обычно ненормальный шум вызывается проникновением воздуха в маслосистему. В таких случаях необходимо уплотнить все соединения

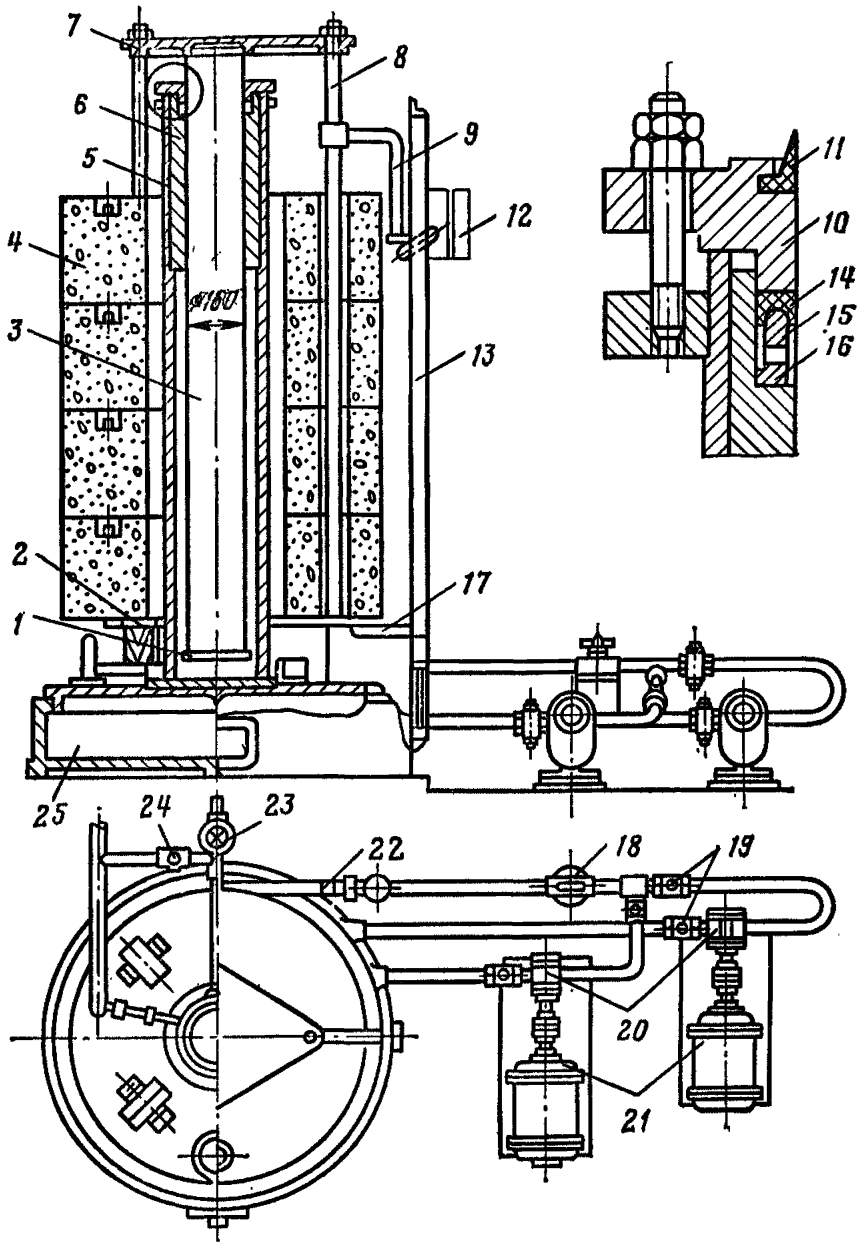



**Рис. 3.14. Аккумулятор давления:**

*1* — фланец; *2* — деревянные брусья; *3* — плунжер; *4* — груз; *5* — цилиндр; *6* — втулка; *7* — диск; *8* — тяга; *9* и *17* — кронштейны; *10* — верхняя крышка; *11* — уплотнение пылеотбойное; *12* — конечный выключатель; *13* — кронштейн; *14* — манжета; *15* — кольцо; *16* — оправка; *18* — фильтр; *19* и *23* — вентиль; *20* — маслонасосы; *21* — электродвигатели; *22* — манометр; *24* — предохранительный клапан; *25* — сточный бак

на всасе насоса, а при необходимости дополнительно затянуть крышки и сальник на маслонасосе или долить масло в сточный бак при недостаточном количестве.

Ревизия насосов с разборкой их производится только при ненормальной работе насоса, резком снижении производительности;

14) работу предохранительного клапана (рис. 3.15). Для этого отвинтить регулировочный винт *1*, оставив в корпусе четыре-пять ниток резьбы, и включить маслонасос. Груз аккумулятора не должен подниматься. При работе насоса винт *1* постепенно завинчивать, пока груз не начнет подниматься. Если после отключения насоса грузы аккумулятора начнут опускаться, необходимо завинчивать винт *1* до прекращения опускания груза, если оно не вызывается утечками масла через другие элементы маслостанции. Чтобы исключить утечки масла через краны управления тормозом при регулировке предохранительного клапана, следует закрыть вентиль *23* (см. рис. 3.14). После регулировки закрыть винт *1* колпачком;

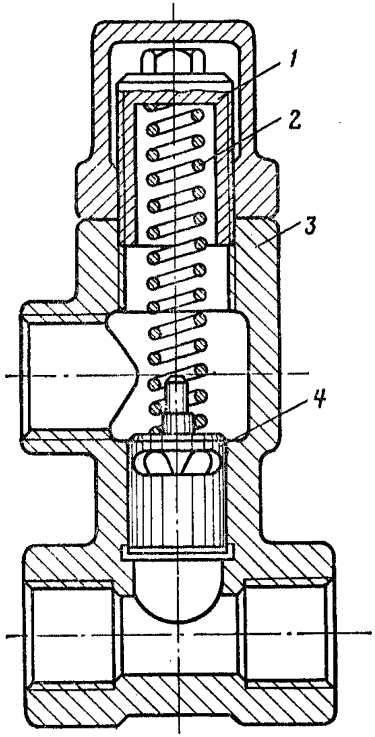



**Рис. 3.15. Предохранительный клапан:**
*1* — регулировочный винт; *2* — пружина; *3* — корпус; *4* — золотник

15) работу обратного клапана. Если наблюдается проворачивание маслонасоса в обратную сторону после отключения приводного двигателя, следует разобрать обратный клапан и осмотреть его детали. В случае необходимости притереть клапан и седло или заменить обратный клапан;

16) исправность фильтра. Провернуть штурвал фильтра на два-три оборота, после чего выпустить осадок, предварительно отключив двигатель насоса. Если штурвал фильтра не проворачивается, разобрать фильтр и промыть его с переборкой пластин.

### 3.5.2.2. Тормозной цилиндр

Известно несколько конструкций цилиндров грузогидравлического привода тормоза. На рис. 3.16 изображен цилиндр поршневого типа. Недостатком таких конструкций цилиндров является наличие двух цилиндрических поверхностей скольжения разного диаметра (поршень *1* — цилиндр *7* и стакан *6* — крышка *8*). Малейшая взаимная несоосность этих скользящих пар, допущенная при изготовлении или сборке, может стать причиной заклинивания поршня в цилиндре. Кроме того, такие цилиндры не имеют приспособлений для быстрого удаления воздуха из-под поршня. Поэтому цилиндры таких конструкций должны заменяться новыми, более совершенными.

На рис. 3.17 изображен цилиндр подъемных машин БМ и 2БМ с диаметром барабана 2,5 и 3,0 м конструкции 1961 г. Повышение надежности таких цилиндров достигнуто за счет наличия только одной скользящей пары цилиндрических поверхностей. В конструкции цилиндра предусмотрена воздухоотводящая трубка *3* с пробкой *1* для удаления воздуха из-под поршня. Цилиндры машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А (рис. 3.18) отличаются отсутствием воздухоотводной трубки в плунжере, вместо которой предусмотрено воздухоотводное отверстие в цилиндре *4* с вентилем на отходящем трубопроводе. Этот вариант воздухоотвода менее удачен, так как возможно повреждение манжеты *6* краями воздухоотводного отверстия. Поэтому рекомендуется настраивать систему управления тормозом таким образом, чтобы при оттормаживании машины манжета *6* оставалась ниже воздухоотводного отверстия. Поднимать поршень выше указанного положения рекомендуется только для выпуска воздуха из-под поршня. Цилиндры плунжерного типа, как видно из рис. 3.17 и 3.18, не имеют внутреннего ограничителя верхнего положения (его роль выполняет крышка *8*, показанная на рис. 3.16), поэтому на площадках приводов устанавливают внешние ограничители выхода плунжера.

Тормозные цилиндры должны подвергаться детальной ревизии с разборкой. При разборке цилиндра необходимо проверить:

1) состояние поверхностей скольжения цилиндра и поршня. Они не должны иметь задиров, раковин, ржавчины. При обнаружении таких дефектов их следует устранить шлифовкой мелкой наждачной шкуркой. Если шлифовкой не удается устранить дефекты, цилиндр подлежит замене. Недопустимо наличие вмятин и трещин на поверхности плунжера (стакана). Зеркало контакта поршня с цилиндром должно распространяться на всю поверхность скольжения. Одностороннее зеркало контакта указывает на то, что ось цилиндра отклонена от вертикали. В таких случаях необходимо проверить установку цилиндра отвесом и произвести выставку цилиндра или площадки привода в целом;

2) состояние деталей узла соединения штока с плунжером (поршнем). Люфт в шарнире не должен превышать 0,35 мм. Детали промыть в керосине и смазать. Изношенные детали заменить;

3) состояние уплотнений. При необходимости заменить манжеты;

4) затяжку крепежных деталей, которые должны быть закручены до отказа и застопорены проволокой. После сборки цилиндра до соединения его с тормозным рычагом проверить легкость перемещения поршня в цилиндре на всю величину конструктивного хода, измерить величину конструктивного хода поршня и величину выхода направляющего стакана при упоре поршня в верхнюю крышку цилиндра (см. рис. 3.16) или выхода плунжера до упора в ограничитель. Отрегулировать ограничитель выхода плунжера, чтобы при упоре в ограничитель выход плунжера над верхним прижимным кольцом манжеты составлял 510 ± 5 мм.

После соединения штока цилиндра с рычагом привода тормоза увеличить зазоры между тормозными колодками и ободом, чтобы поршень мог перемещаться на всю величину его конструктивного хода. Перемещение поршня должно быть плавным, без заеданий. При этом для цилиндров (см. рис. 3.16) измерить:

величину зазора между стаканом *6* и буксой в крышке *8*. Замер произвести щупами по всей окружности в обоих крайних положениях. Величина зазора должна быть не менее 0,05 мм;

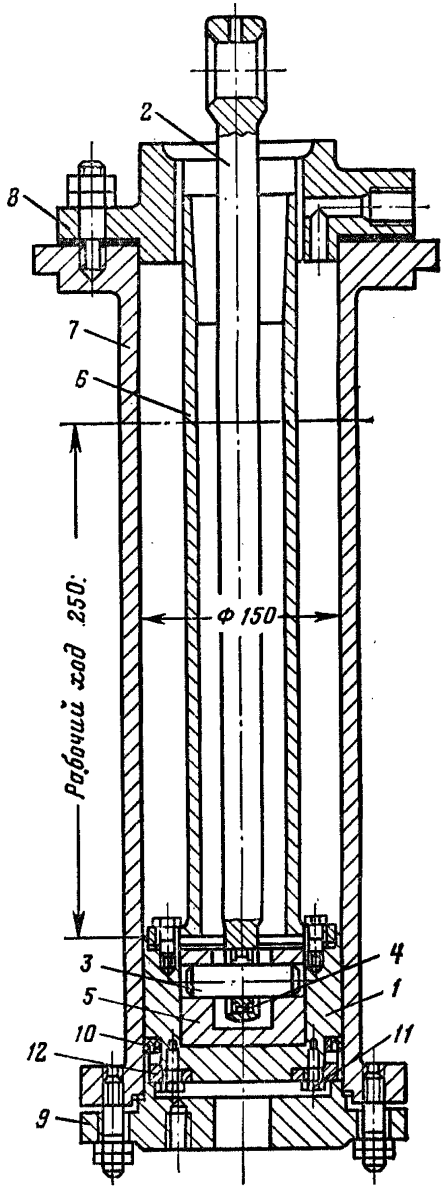



**Рис. 3.16. Цилиндр грузогидравлического привода тормоза завода им. ЛКУ (поршневого типа):**

*1* — поршень; *2* — шток; *3* — палец; *4* — шаровой подшипник; *5* — вкладыш; *6* — стакан; *7* — цилиндр; *8* и *9* — верхняя и нижняя крышки; *10* — манжета; *11*, *12* — болты

наименьшую величину зазора между штоком *2* и стаканом при различных положениях поршня, которая должна быть не менее 1 мм. Налегание штока на стакан недопустимо, так как может привести к заклиниванию поршня в цилиндре. Если зазор меньше 1 мм, необходимо переместить опору рычага *24* (см. рис. 3.13) привода тормоза в соответствующую сторону, либо произвести ремонт шарнир-

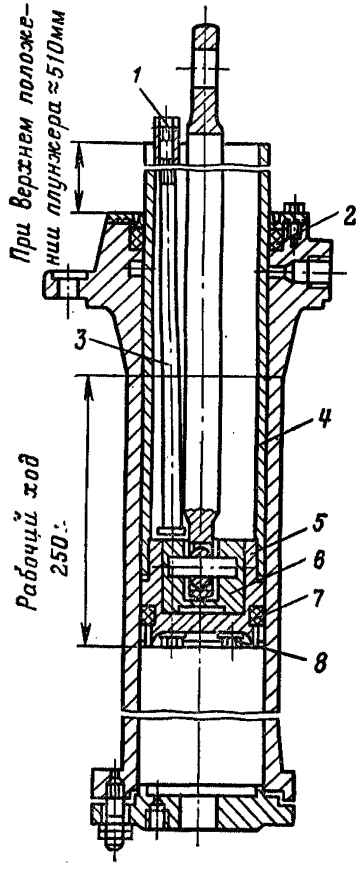



**Рис. 3.17. Цилиндр грузогидравлического привода тормоза плунжерного типа завода им. ЛКУ:**

*1* — пробка; *2* и *7* — манжеты; *3* — воздухоотводная трубка; *4* — плунжер; *5* — головка плунжера; *6* — вкладыш; *8* — болты

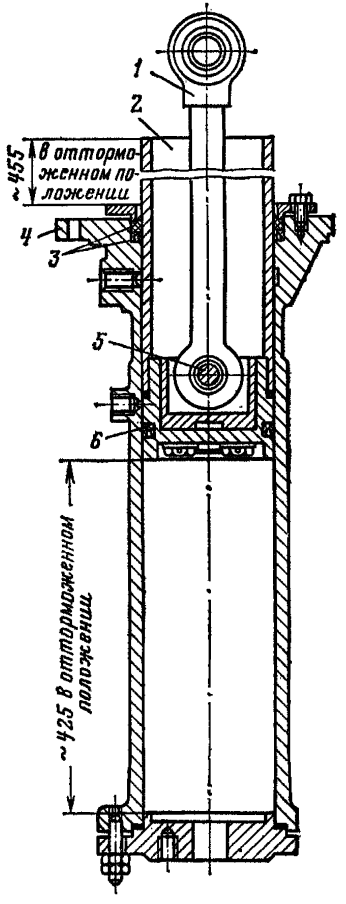



**Рис. 3.18. Цилиндр привода тормоза подъемных машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А:**

*1* —шток; *2* — плунжер; *3* и *6* — манжеты; *4* — цилиндр; *5* — подшипник шарнирный

ного соединения опоры с рычагом, так как нередко причиной налегания штока на кромку стакана является износ этого шарнира.

Как указывалось, такие цилиндры, подлежат замене. Если немедленная замена цилиндра невозможна, то при удовлетворительной величине указанных зазоров срок службы цилиндра старой конструкции может быть продлен.

После установки нормальных рабочих зазоров между тормозными колодками (фрикционными накладками) и ободом проверить режим поднятия и опускания тормозного груза при оттормаживании и затормаживании рабочим и предохранительным тормозом. Груз должен перемещаться плавно, без колебаний около уста-

новившегося положения. При скачкообразном перемещении груза следует отыскать и устранить причину заедания в самом цилиндре или в рычажно-шарнирном механизме. При чрезмерно резком оттормаживании, что может быть вызвано большим избыточным давлением масла в системе, следует уменьшить массу груза аккумулятора давления или отрегулировать режим подъема тормозного груза с помощью вентиля *12* (см. рис. 3.13). Одной из причин колебаний поршня цилиндра и тормозного груза около установившегося положения может быть наличие воздушной подушки под поршнем цилиндра, что недопустимо. Для выпуска воздуха необходимо пользоваться специальными воздухоотводами. У цилиндров старой конструкции для выпуска воздуха необходимо поршень опустить на нижнюю крышку цилиндра, увеличив зазор между тормозными колодками и ободом, отключить насос и груз аккумулятора давления опустить на опорные брусья. После этого ослабить гайки, крепящие нижнюю крышку цилиндра, и включить толчками маслонасос до появления масла из-под крышки. Затем крышку затянуть и вновь отрегулировать нормальный зазор между тормозными колодками и ободом.

### 3.5.2.3. Рама привода и тормозной груз

При ревизии рамы привода тормоза и тормозного груза необходимо проверить:

1) надежность крепления рамы привода и состояние фундамента под рамой. При обнаружении трещин и других дефектов в раме или фундаменте необходимо совместно с шахтой принять меры по их устранению;

2) состояние и крепление тормозного груза. Крепление должно быть выполнено так, чтобы исключалась возможность выпадания отдельных плит и самоотвинчивания гаек под грузом. Груз должен быть набран из стандартных плит. Масса стандартной плиты равна 43 кг. Число плит должно соответствовать расчетному (см. 3.2.3);

3) состояние приямка под тормозным грузом. При опускании груз не должен задевать за стенки фундамента и приямка, а расстояние от груза до стенок должно быть не менее 25 мм. При обшивке стен металлическим листом или облицовочной плиткой это расстояние может быть уменьшено до 10 мм. Расстояние между тормозным грузом и дном приямка в конструктивном крайнем нижнем положении поршня тормозного цилиндра должно быть не менее 300 мм. В приямке не должно быть посторонних предметов, масла, воды.

### 3.5.2.4. Краны управления и регулятор давления

Краны управления подлежат детальной ревизии с разборкой. При разборке и ревизии кранов управления необходимо проверить:

1) посадку золотника во втулке. Слишком плотная посадка золотника во втулке крана, царапины и заусенцы на рабочих поверхностях нарушают плавность перемещения поршня тормозного цилиндра. В таких случаях необходимо произвести дополнительную притирку золотника во втулке. Золотник должен плавно опускаться в смазанной втулке под действием собственного веса. Слишком свободная посадка золотника может быть причиной чрезмерных утечек масла;

2) величину перекрытия каналов во втулке золотником. Суммарная величина перекрытия отверстий трехходового крана (рис. 3.19) должна быть в пределах 1—4 мм. Увеличение перекрытия ухудшает качество регулирования тормозного усилия. Уменьшение перекрытия может привести к чрезмерным утечкам масла. Зачистка фасок на кромках золотника категорически запрещается.

У четырехходового крана (рис. 3.20) при верхнем положении золотника *4* перекрытие канала цилиндра — сточный бак должно быть равно 10 мм. Наличие больших утечек масла (опускание грузов аккумулятора давления) при отторможенной машине указывает на то, что величина перекрытия недостаточна. Бо́льшая же величина перекрытия увеличивает продолжительность холостого хода тормоза. При нижнем положении золотника верхний торец его должен устанавливаться заподлицо с нижней кромкой канала, идущего к тормозному цилиндру. При этом канал аккумулятор — трехходовой кран должен перекрываться золотником на 10 мм. Величина хода золотника должна быть равна 48 мм.

Рекомендации по величинам перекрытия каналов для спаренного трех- и четырехходового крана (рис. 3.21) машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А аналогичны;

3) состояние штоков, наличие шплинтовки гайки на штоке, отсутствие кривизны штока. Для проверки отсутствия кривизны штока необходимо несколько раз вручную поднять и опустить золотник в крайнее положение, каждый раз поворачивая шток на небольшой угол. Если в каком-либо месте шток

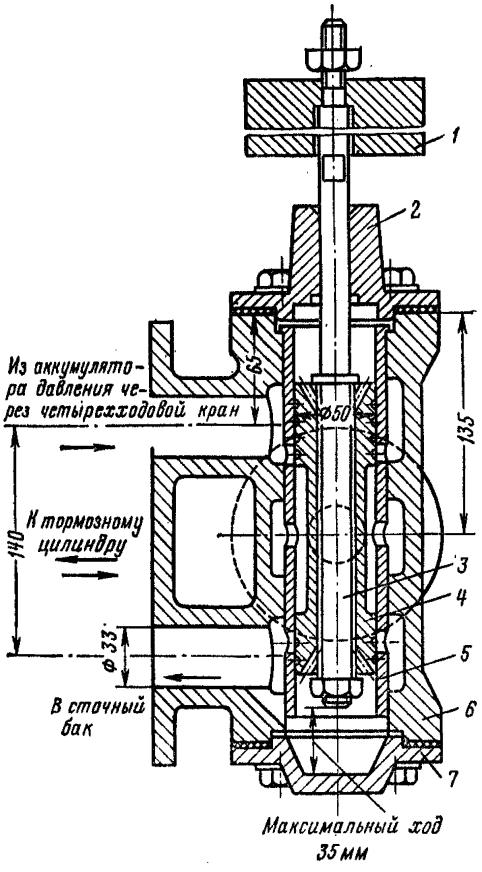



Рис. 3.19. Трехходовой кран:
*1* — груз; *2* и *7* — верхняя и нижняя крышки; *3* — шток; *4* — золотник; *5* — втулка; *6* — корпус

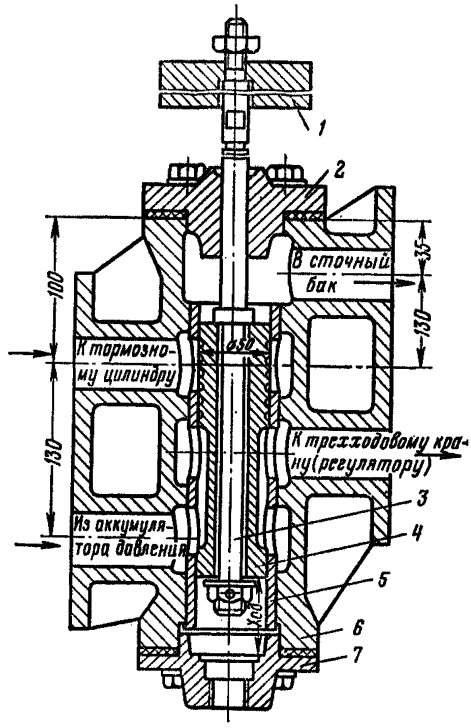



Рис. 3.20. Четырехходовой кран:
*1* — груз; *2* и *7* — верхняя и нижняя крышки; *3* — шток; *4* — золотник; *5* — втулка; *6* — корпус

заедает в верхней крышке, то это указывает на его искривление. Необходимо произвести правку штока в центрах токарного станка.

После сборки кранов необходимо проверить:

1) величину утечки масла в кранах. Для этого поднять золотник четырехходового крана в верхнее положение включением электромагнита. Якорь электромагнита зафиксировать в этом положении, чтобы золотник крана не опустился при случайном размыкании цепи защиты или снятии напряжения. Снять верхние крышки кранов. У четырехходового крана величину утечек масла проверяют при отторможенной машине, а у трехходового крана — при заторможенной машине. Просочившееся масло будет скапливаться над верхним торцом золотника. Золотник и втулка считаются непригодными к работе, если утечка между их рабочими поверхностями превышает 0,5 л за 5 мин;

2) надежность торможения при крайнем нижнем положении золотника трехходового крана и отсутствие возможности сообщения надзолотниковой полости крана с аккумулятором давления. При ошибке в размерах отдельных деталей крана, допущенной при изготовлении, возможен случай, когда при резком торможении шток *3* (см. рис. 3.19), упираясь в нижнюю крышку *7*, опускается настолько, что золотник *4* верхней рабочей частью перекрывает выпуск масла из тормозного цилиндра, а верхняя кромка золотника открывает подачу масла из

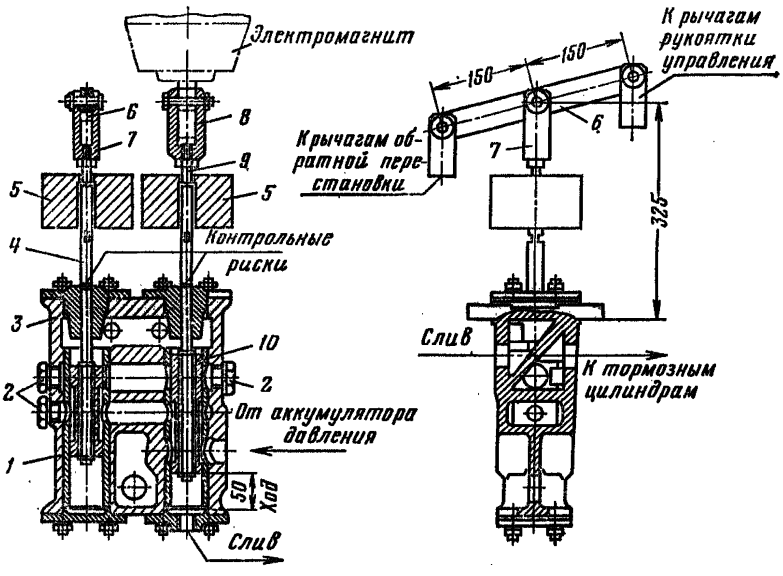



**Рис. 3.21. Спаренный трех- и четырехходовой кран:**
*1* — золотник трехходового крана; *2* — пробки; *3* — корпус; *4* и *9* — штоки; *5* — грузы; *6* — дифференциальный рычаг; *7* — вилка; *8* — муфта; *10* — золотник четырехходового крана

аккумулятора давления в надзолотниковое пространство. В таком случае торможение не произойдет, а возврат рукоятки в положение «Отторможено» будет чрезвычайно затруднен вследствие давления масла на верхний торец золотника, что может привести к отказу тормоза. Проверку отсутствия такого явления произвести резким затормаживанием машины рукояткой. При этом на рукоятке должен ощутиться характерный толчок при упоре штока *3* в крышку *7*. Если при этом произойдет описанное выше явление, необходимо в крышку заложить ограничивающую шайбу, толщина которой должна быть выбрана из расчета, чтобы ход золотника вниз от нейтрального положения, изображенного на рис. 3.19, не превышал 35 мм.

Ревизия и наладка электрогидравлического регулятора давления изложена в 4.3.10.

### 3.5.2.5. Система управления рабочим торможением с трехходовым краном

При ревизии и наладке рычажной системы управления рабочим торможением необходимо проверить:

1) отсутствие перекосов в шарнирах, заеданий, чрезмерных зазоров. Зазоры не должны превышать величин, приведенных в табл. 3.5;

2) наличие и состояние всех крепежных и стопорящих деталей. Особое внимание обратить на крепление опорных подшипников валов к раме и легкость вра-

щения валов в опорах. При необходимости отрегулировать положение опор с помощью прокладок из листового железа;

3) положение поршня тормозного цилиндра при установке рукоятки управления в крайнее положение «Оторможено». Регулировкой длины тяг от рукоятки до штока трехходового крана следует добиться, чтобы запас выхода поршня *1* тормозного цилиндра (см. рис. 3.16) до упора в верхнюю крышку *8* составлял 40—50 мм, а для цилиндров плунжерного типа (рис. 3.17 и 3.18) — чтобы выход плунжера над верхним прижимным кольцом манжеты составлял не более 455 мм. Для машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А эта величина определяется из приведенного в 3.5.2.2 условия (манжета должна быть ниже воздухоотводного отверстия в корпусе цилиндра). Для машин с диаметром барабана 2,5 и 3,0 м величина выхода плунжера может быть и больше (490—500 мм), но следует помнить, что чем большая часть плунжера остается в цилиндре при оторможенной машине, тем меньше вероятность заклинивания плунжера в цилиндре вследствие различных перекосов. Это особенно важно для подземных машин, установленных в камерах с возможным поддуванием почвы. При выходе плунжера над верхним прижимным кольцом манжеты, равном 455 мм, расстояние между нижним торцом плунжера и нижней крышкой цилиндра составляет 425 мм, что вполне достаточно для рабочего хода и допускаемого запаса хода плунжера;

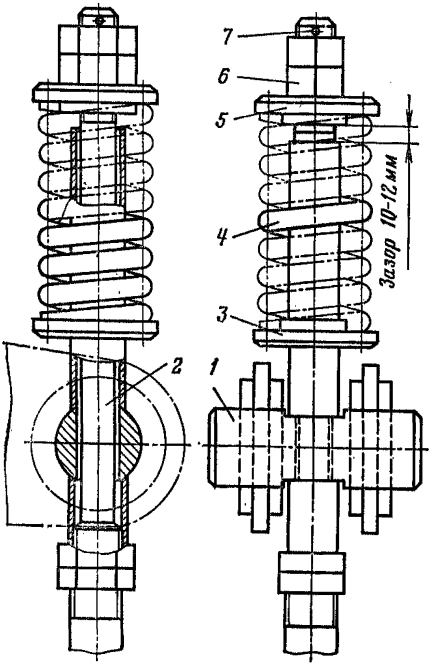



**Рис. 3.22. Пружинное звено исполнительного органа тормоза подъемных машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А:**

*1* — валик; *2* — вертикальная тяга; *3* — дистанционная втулка; *4* — пружина; *5* — упорная шайба; *6* — гайка; *7* — шплинт

4) правильность выбора передаточного отношения от рукоятки до трехходового крана. Для этого временно зашунтировать контакты выключателя износа колодок и распустить тормозные колодки (фрикционные накладки), чтобы во время проверки они не препятствовали полному перемещению поршня тормозного цилиндра до упора в нижнюю крышку цилиндра. Затем медленно переместить рукоятку управления в крайнее положение «Заторможено». При правильно выбранном передаточном отношении полному ходу рукоятки должен соответствовать полный ход поршня тормозного цилиндра. Если при полном ходе рукоятки поршень не доходит до нижней крышки цилиндра, а доходит до нее только при предохранительном торможении, необходимо увеличить ход золотника трехходового крана. Если же поршень опускается на нижнюю крышку цилиндра при неполном ходе рукоятки, а оставшийся запас хода составляет более 1/8 ее полного хода, необходимо уменьшить ход золотника трехходового крана. Регулировку передаточного отношения производят переносом шарнирного валика на другое отверстие рычага, установленного на валу рукоятки управления, ближе к оси вращения или дальше от нее. При отсутствии такого отверстия его необходимо просверлить. После изменения передаточного отношения следует вновь откорректировать верхнее положение поршня в соответствии с п. 3;

5) величину хода поршня при предельно допустимых зазорах (2 мм на сторону) между тормозными колодками (фрикционными накладками) и ободом, которая должна быть не более 250 мм. Для проверки необходимо установить предельно

допустимые зазоры, а после проверки вновь установить нормальные рабочие зазоры;

б) число устойчивых положений поршня. При полном ходе рукоятки управления должно быть не менее 20—25 устойчивых положений поршня. Число устойчивых положений проверить в обоих направлениях (на затормаживание и растормаживание) медленным перемещением рукоятки с небольшой отсечкой. Значительная часть хода рукоятки расходуется на выбор зазора между тормозными колодками и ободом. В зоне регулирования тормозного момента (от начала соприкосно-

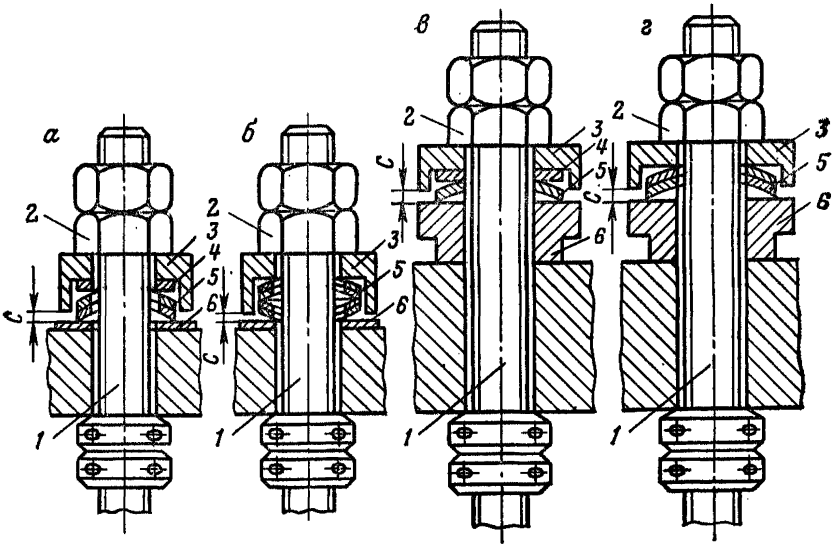



**Рис. 3.23. Пружинные звенья исполнительного органа тормоза малых подъемных машин:**
*а—г* — типы соответственно 1—4; *1* — тяга; *2* — гайка; *3* — стакан; *4* и *6* — шайбы; *5* — тарельчатые пружины

вения колодок с ободом до полного затормаживания) число устойчивых положений поршня должно быть не менее: 10 — для пресс-массовых накладок и 15 — для деревянных колодок. При меньшем числе устойчивых положений поршня, когда зона регулирования тормозного момента сосредоточена на весьма малом участке хода рукоятки, значительно затруднено управление машиной. Это может иметь место при пресс-массовых накладках вследствие их малой податливости. Для увеличения упругой деформации исполнительного органа тормоза необходимо установить пружинные звенья.

Для машин БМ-2000-3А и 2БМ-2000-3А такое звено установлено на вертикальной тяге *2* (рис. 3.22) и состоит из пружины *4*, находящейся между дистанционной втулкой *3* и упорной шайбой *5*. Гайкой *6* регулируют зазор между втулкой *3* и шайбой *5* в пределах 10—12 мм.

Машины с диаметрами барабанов 2,5 и 3 м, в обозначении которых в конце стоят индексы 4, 4А, 5, 5А, 6, 6А, 7 или 7А, снабжаются пружинными звеньями (рис. 3.23), набранными из тарельчатых пружин и устанавливаемыми на горизонтальной тяге тормоза. Такие же пружинные звенья рекомендуются к установке и на машинах более ранних выпусков с диаметрами барабанов 2,0, 2,5 и 3,0 м с пресс-массовыми накладками. Типы пружинных звеньев, рекомендованных для различных машин, а также номера чертежей деталей пружинных звеньев завода им. ЛКУ приведены в табл. 3.6. Зазор *С* (см. рис. 3.23) между стаканом *3* и шайбой *6* регулируют гайкой *2*, он должен быть не более 3,5 мм.

Таблица 3.6

| Подъемная машина | № чертежа тормоза | № чертежа деталей (см. рис. 3.23) | | | | Тип пружинного звена для малых подъемных машин с пресс-массовыми колодками при отношении количества тормозных грузов к предельному | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | пружина *5* | стакан *3* | шайба *4* | шайба *6* | от $\frac{3}{4}$ до 1 | от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ |
| 2БМ-3000 | Т1-911сб | Т3-1801 | Т4-1360 | Т4-1664 | Т4-1397 | 4 | 3 |
| 2БМ-2500 | Т1-924сб | Т3-1801 | Т4-1359 | Т4-1664 | Т4-1396 | 4 | 3 |
| 2БМ-2000 | Т1-935сб | Т3-1802 | Т4-1358 | Т4-1665 | Т4-1398 | 2 | 1 |
| БМ-3000 | Т1-923сб | | | | | | |
| БМ-2500 | Т1-931сб | | | | | | |
| БМ-2000 | Т1-945сб | | | | | | |

### 3.5.2.6. Система управления рабочим торможением с электрогидравлическим регулятором давления и комплектом аппаратуры АУГТ-1 (см. рис. 3.24)

Катушка регулятора давления *КТР* включена на разность напряжений, снимаемых с выпрямителей *ВГ2* и *ВГ3*, к которым подключены соответственно командоаппарат *СЗ*, связанный с рукояткой управления рабочим тормозом, и сельсин обратной связи *СОС* шарнирно соединенный с тормозным рычагом. Управление гидроприводом тормоза сводится к изменению положения рукоятки тормозного командоаппарата, что приводит к изменению угла поворота задающего сельсина *СЗ*, и, следовательно, к изменению тока, проходящего по катушке *КТР*. В положении «Заторможено» напряжение, снимаемое с *СОС*, равно нулю, а напряжение, снимаемое с сельсина *СЗ*, обеспечивает протекание дежурного тока примерно 30 мА по катушке *КТР*, при котором давление в тормозном цилиндре равно нулю. Дежурный ток приводит к включению реле контроля тока *РКТ* и замыканию его контакта в цепи реле *РП*, которое, в свою очередь, замкнет свой контакт в цепи промежуточного реле *РТП* (в блок управления не входит), контакты которого включены в цепь защиты.

При оттормаживании машины по мере перемещения рукоятки тормозного командоаппарата и поворота ротора сельсина *СЗ* возрастает его выходное напряжение и ток в обмотке *КТР* увеличивается. Это вызывает увеличение давления в тормозном цилиндре и растормаживание машины. При этом вступает в работу устройство обратной связи. Увеличение угла поворота ротора его сельсина ведет к увеличению тока в цепи катушки *КТР*, направленного встречно току сельсина *СЗ*. В результате этого в катушке *КТР* устанавливается результирующий ток, соответствующий требуемому тормозному моменту. При каждом установившемся результирующем токе в катушке *КТР* поршень тормоза займет новое устойчивое положение.

При затормаживании машины уменьшаются токи в катушке *КТР*, создаваемые сельсинами *СЗ* и *СОС*, уменьшается и результирующий ток.

Для настройки требуемых величин токов предусмотрены резисторы *R1* и *R2*.

Схемой АУГТ-1 предусмотрена защита от обрыва цепи катушки регулятора *КТР*, осуществляемая с помощью реле контроля тока *РКТ*. Реле *РКТ* настраивается резистором *R3* на включение при дежурном токе регулятора давления. При исчезновении тока в катушке регулятора давления отключается реле *РКТ* и *РП* и

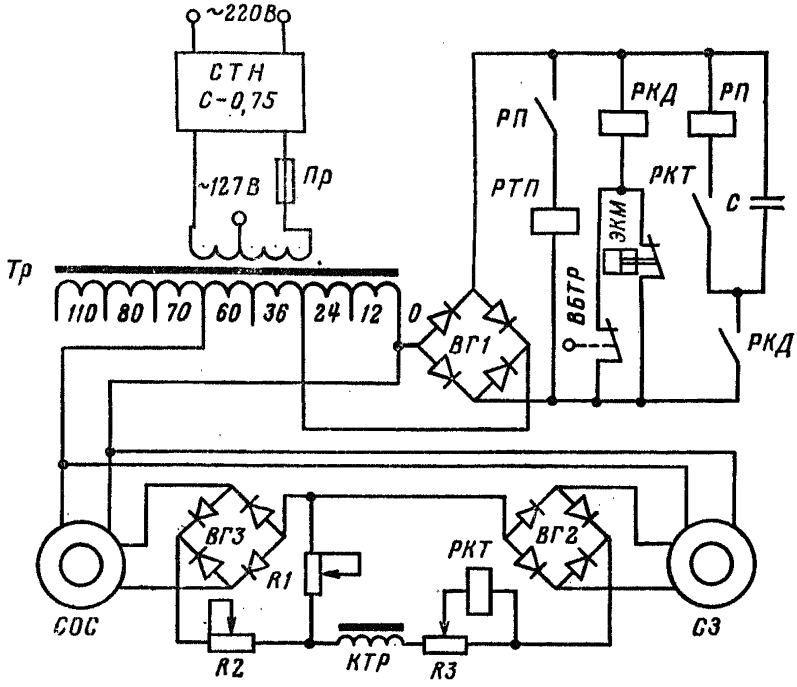



**Рис. 3.24. Принципиальная электрическая схема управления рабочим торможением с электрогидравлическим регулятором давления и комплектом аппаратуры АУГТ**

включается предохранительное торможение. Предусмотрена также защита, контролирующая выполнение команды на затормаживание, выполненная с помощью реле контроля давления *РКД*. В цепь катушки *РКД* включены размыкающие контакты выключателя *ВБТР*, связанного с рукояткой тормоза, и электроконтактного манометра *ЭКМ*, контролирующего давление масла в тормозном цилиндре. В положении «Заторможено» контакты *ВБТР* разомкнуты, но катушка *РКД* питается через контакты *ЭКМ*, поскольку давление в тормозном цилиндре минимальное. При перемещении рукоятки тормоза в положение «Отторможено» давление в тормозном цилиндре повышается и контакты *ЭКМ* размыкаются, однако цепь питания *РКД* будет сохраняться через контакты *ВБТР*, которые замкнутся, как только рукоятка тормоза будет сдвинута на 10—15° в сторону оттормаживания.

Если при установке рукоятки тормоза в положение «Заторможено» давление в цилиндре не снизилось до минимального, то реле *РКД* разомкнет свои контакты в цепи катушки реле *РП*. Реле *РП* с выдержкой времени 2—3 с (за счет разрядки конденсатора *С*) разомкнет контакты в цепи *РТП*, в результате чего включится предохранительное торможение.

Вместо блока БУРН в системе управления регулятором давления может быть применен блок БУТ, входящий в комплект аппаратуры управления пневматическим приводом тормоза.

Принципиальная электрическая схема комплекта аппаратуры АУГТ-2 во взрывозащищенном исполнении (рис. 3.25) отличается от описанной выше лишь тем, что реле *РКД* включено в цепь искробезопасной обмотки трансформатора *ТИ* на напряжение 36 В, первичная обмотка которого подключена к трансформатору *Т1* на зажимы 0—127 В. Последний питается стабилизированным напряжением 220 В от стабилизатора С-0,75, встроенного в блок управления БУРВ-1.

При ревизии и наладке комплекта АУГТ необходимо проверить:

1) состояние аппаратов, входящих в комплект. Ревизия и наладка регулятора давления изложены в 4.3.10, а тормозного командоаппарата — в 4.3.4. Для

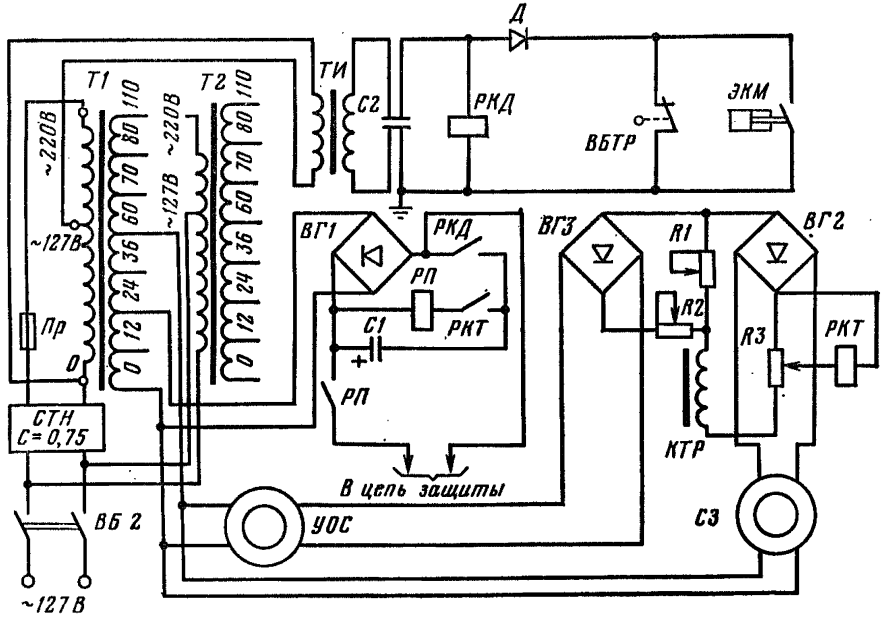



Рис. 3.25. Принципиальная электрическая схема комплекта аппаратуры АУГТ-2

остальных аппаратов комплекта проверить отсутствие механических повреждений. Реле, входящие в электрический блок, проверить согласно 4.3.1.4. При установке аппаратуры во взрывоопасной среде особое внимание обратить на состояние деталей, обеспечивающих взрывозащищенность аппаратуры, уплотнений кабельных выводов;

2) правильность сборки схемы управления;

3) сопротивление изоляции отдельных аппаратов и схемы в целом, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

4) работу регулятора давления; снять характеристику регулятора давления (зависимость давления в тормозном цилиндре от тока управления) при увеличении тока в его катушке от нуля до значения, при котором прекращается увеличение давления, и при уменьшении тока до нуля. По характеристике определить: минимальную величину тока $I_{min}$, с которой начинается увеличение давления, максимальную величину тока $I_{max}$, при которой происходит полное оттормаживание машины, и число устойчивых ступеней давления в зоне регулирования, которое должно быть не менее 25. Уточнить величину дежурного тока; $I_{деж} = (0{,}80 \div 0{,}85)\, I_{min}$.

Определить отношение токов $\frac{I_{max}}{I_{деж}}$. Регулировкой положения статора сельсина *СЗ* (см. рис. 3.24) добиться, чтобы отношение напряжений на его роторе при

крайних положениях рукоятки «Отторможено» и «Заторможено» превышало отношение $\frac{I_{max}}{I_{деж}}$ примерно на 10 % или несколько больше;

установить напряжение на роторе сельсина обратной связи, равным нулю при заторможенной машине, поворотом статора сельсина в соответствующее положение;

5) токи реле *РКТ*. Рукоятку управления установить в положение «Заторможено». Резистором *R1* установить в катушке регулятора давления ток примерно на 20—25 % ниже выбранного дежурного тока. Резистором *R3* настроить реле *РКТ* на включение при этом токе. Затем резистором *R1* установить выбранный дежурный ток;

6) требуемое давление масла в цилиндре для оттормаживания машины. Для этого рукоятку управления установить в положение «Отторможено». С помощью резистора *R2* отрегулировать верхнее положение поршня тормозного цилиндра. Произвести несколько пробных затормаживаний и оттормаживаний машины при различных скоростях перемещения рукоятки. Положение поршня тормозного цилиндра при оттормаживании (после отхода тормозных колодок от обода) определяется количеством масла, поступившего в цилиндр. Поэтому при разных скоростях перемещения рукоятки в сторону оттормаживания машины может иметь место значительный разброс положений поршня, а следовательно, и зазоров между тормозными колодками и ободом. Приемлемым следует считать разброс положений поршня 15—20 мм. Уменьшения разброса можно добиться повышением роли обратной связи по положению поршня. Для этого необходимо вначале изменить положение статора сельсина *СЗ* с тем, чтобы увеличить отношение напряжений на его роторе при двух крайних положениях рукоятки управления по сравнению с рекомендованным в п. 4. Затем резистором *R1* вновь установить выбранный ранее дежурный ток в катушке регулятора давления при заторможенной машине, а уменьшением сопротивления резистора *R2* при отторможенной машине вновь отрегулировать верхнее положение поршня тормозного цилиндра. После нескольких повторений таких операций добиться, чтобы разброс верхних положений поршня при разной скорости перемещения рукоятки был не более 15—20 мм;

7) защиту, контролирующую выполнение команды на затормаживание, и произвести ее наладку. Нажим, воздействующий на выключатель *ВБТР*, отрегулировать так, чтобы контакты *ВБТР* размыкались при крайнем положении «Заторможено» рукоятки управления. Контакты электроконтактного манометра *ЭКМ* отрегулировать так, чтобы они замыкались при давлении 0,03—0,04 МПа (0,3—0,4 кгс/см$^2$). Проверить действие защиты. Для этого временно отвести контакты *ЭКМ*, чтобы они при нулевом давлении оставались разомкнутыми, и затормозить машину. Через 2—3 с должно включиться предохранительное торможение;

8) действие защиты от обрыва цепи катушки регулятора давления. Для этого разомкнуть в любом месте цепь катушки *КТР*. Якори реле *РКТ* и *РП* должны мгновенно отпасть и включить предохранительное торможение.

### 3.5.2.7. Система управления предохранительным торможением

Произвести ревизию четырехходового крана согласно 3.5.2.4 и тормозного электромагнита. Особое внимание уделить регулировке верхнего положения золотника крана, которая осуществляется изменением длины штока, ввинченного в серьгу, или изменением положения корпуса электромагнита по высоте. Длина штока, ввинченного в серьгу, должна быть не менее диаметра резьбы. Шток должен быть надежно застопорен контргайкой от самоотвинчивания.

При ревизии и наладке устройств управления предохранительным торможение дополнительно необходимо проверить:

1) работу крана совместно с электромагнитом. При отключении электромагнита золотник крана должен быстро, без заеданий опуститься в крайнее нижнее положение. При медленном опускании золотника необходимо открыть отверстие демпфера электромагнита, смазать демпфер солидолом. Наличие демпфера иногда является причиной увеличения времени холостого хода и времени срабатывания тормоза сверх допустимых норм. В таких случаях следует снять поршень демпфера. Валик, соединяющий электромагнит со штоком крана, должен быть за-

шплинтован. Зазоры в этом соединении не должны превышать величин, приведенных в табл. 3.5.

При необходимости двухступенчатого торможения установить дроссельную шайбу *22* (см. рис. 3.13). Минимальный диаметр отверстия шайбы 6,0 мм. Быстрое наложение первой ступени торможения обеспечивается наличием расширительного бачка *21* между четырехходовым краном и дроссельной шайбой. Если такого бачка нет, то дроссельную шайбу следует установить на сточном трубопроводе вблизи бака *1*, чтобы объем трубопровода между тормозным цилиндром и дроссельной шайбой был по возможности большим. При этом задросселирован выпуск масла и при рабочем торможении;

2) режим опускания тормозного груза. При установке дроссельной шайбы визуально оценить влияние дросселирования на режим опускания тормозного груза. Установка упругих прокладок под пресс-массовые фрикционные накладки или пружинных звеньев на горизонтальной тяге исполнительного органа тормоза (см. 3.3.3 и 3.5.2.5) положительно влияет на режим опускания тормозных грузов при необходимости создания двухступенчатого торможения. Это объясняется тем, что объем масла, пропускаемого через дроссельную шайбу в период нарастания тормозного момента, больше, чем при отсутствии упругих прокладок или пружинных звеньев.

## 3.6. ПРУЖИННО-ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД ТОРМОЗА

### 3.6.1. Устройство и принцип действия

Пружинно-гидравлическими приводами тормоза снабжены подъемные машины с диаметром барабана 1,2, 1,6 и 2,0 м, выпускаемые Донецким машиностроительным заводом им. ЛКУ.

#### 3.6.1.1. Пружинно-гидравлический привод тормоза с немодернизированной станцией управления (рис. 3.26)

Каждый исполнительный орган тормоза имеет свой привод. Затормаживающее усилие создается за счет первоначального сжатия пружинных блоков. Растормаживание происходит подачей масла в цилиндры приводов тормоза.

Масло от насосов *2*, *3*, *4* через фильтры *5*, *6*, *7* и обратные клапаны *8*, *9*, *10* поступает в общий нагнетательный маслопровод, давление в котором контролируется манометром *12*. У машин с диаметром барабана 2,0 м обычно в работе одновременно участвуют два насоса, третий находится в резерве. Если не требуется быстрое оттормаживание машины, то можно работать от одного насоса. У машин с диаметром барабана 1,2 и 1,6 м имеются два насоса, из которых один работает, второй в резерве.

Из общего нагнетательного маслопровода через редукционный клапан *11* (в некоторых выпусках машин отсутствует) масло поступает к устройству УПТВ предохранительного торможения *16*. При оттормаживании машины масло поступает в цилиндры приводов тормоза *17* и *18* последовательно через устройство предохранительного торможения и регулятор давления *15*. При рабочем торможении масло выпускается из цилиндров через регулятор давления, а при предохранительном торможении через устройство предохранительного торможения и клапан замедленного торможения *20*.

К общему нагнетательному трубопроводу подключен предохранительный клапан с переливным золотником *19*. Слив с предохранительного клапана объединен с заливной горловиной. Это сделано для фильтрации отработанного масла.

Воздушный фильтр *21* служит для очистки воздуха, засасываемого в бак при оттормаживании машины.

Кран механизма перестановки *23* предназначен для подачи масла в цилиндр механизма перестановки *24* при расцеплении барабанов. Одновременно этим краном выпускается масло из цилиндра привода тормоза переставного барабана.

В гидравлической тормозной системе однобарабанной машины отсутствуют элементы *23* и *24*.

Недостатком такой станции управления является то, что при снятии напряжения цепей управления масло из цилиндров выпускается одновременно через регулятор давления и УПТВ. В этом случае теряет смысл дросселирование выпуска масла через УПТВ с помощью клапана замедленного торможения, поскольку через регулятор давления масло выпускается без каких либо дроссельных уст-

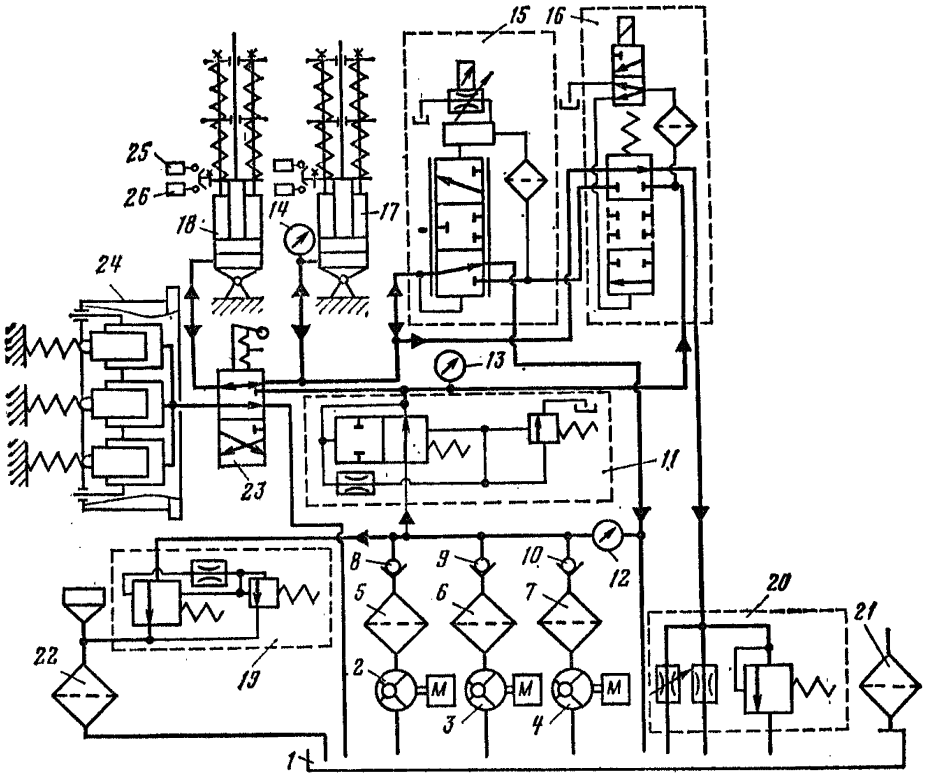



**Рис. 3.26. Пружинно-гидравлический привод тормоза с немодернизированной станцией управления:**

*1* — бак; *2, 3, 4* — насосы; *5, 6, 7* — фильтры; *8, 9, 10* — обратные клапаны; *11* — редукционный клапан; *12, 13, 14* — манометры; *15* — регулятор давления; *16* — устройство предохранительного торможения (УПТВ); *17, 18* — цилиндры; *19* — предохранительный клапан с переливным золотником; *20* — клапан замедленного торможения; *21* — воздушный фильтр; *22* — сетчатый фильтр; *23* — кран механизма перестановки; *24* — цилиндр механизма перестановки; *25, 26* — конечные выключатели

ройств. Это обстоятельство ограничило область применения машин с такими станциями только теми установками, на которых не требуется двухступенчатое торможение.

### 3.6.1.2. Пружинно-гидравлический привод тормоза с модернизированной станцией управления (рис. 3.27)

С 1977 г. машины с пружинно-гидравлическим приводом тормоза выпускаются с модернизированной станцией управления, лишенной недостатка станций управления старого типа. Модернизация заключается в том, что изменено расположение регулятора давления и УПТВ. Со стороны напорного трубопровода первым стоит регулятор давления *15*, затем — устройство предохранительного торможения *16*. Здесь при предохранительном торможении как без снятия напряжения,

так и при снятии напряжения масло из цилиндров выпускается только через УПТВ и далее через клапан замедленного торможения *20*. Изменена конструкция УПТВ. В старой конструкции при выключении УПТВ по мере перемещения золотника вначале перекрывается канал, соединяющий регулятор давления с напорным трубопроводом, затем полость тормозных цилиндров соединяется со сливным трубопроводом. Такая конструкция неприемлема для модернизированных

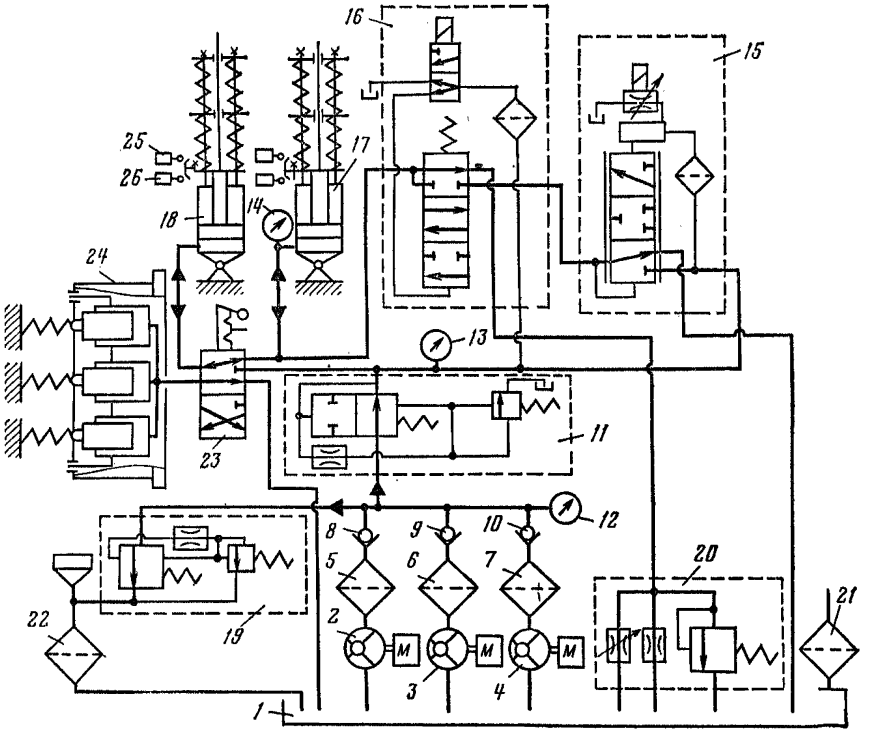



**Рис. 3.27. Пружинно-гидравлический привод тормоза с модернизированной станцией управления:**
обозначения те же, что на рис. 3.26

станций управления, так как при застревании золотника УПТВ в промежуточном положении окажется невозможным осуществить ни предохранительное, ни рабочее торможение. В новой конструкции УПТВ за счет укорочения золотника при опускании последнего вначале соединяется полость тормозных цилиндров со сточным баком, затем перекрывается канал к регулятору давления (сравните расположение проходов при промежуточном незафиксированном положении золотникового распределителя УПТВ на рис. 3.26 и 3.27). Благодаря этому при любом положении золотника УПТВ возможен слив масла из тормозных цилиндров либо через УПТВ, либо через регулятор давления.

Кроме того, в модернизированной станции улучшена конструкция клапана замедленного торможения.

По чертежам завода им. ЛКУ могут быть модернизированы старые станции управления.

## 8.6.2. Ревизия и наладка тормоза с пружинно-гидравлическим приводом

### 3.6.2.1. Привод тормоза

На рис. 3.28 приведен общий вид пружинно-гидравлического привода тормоза подъемных машин Ц-2×1,5 и 2Ц-2×1,1. Приводы машин с диаметром барабана 1,2 и 1,6 м отличаются от приведенного количеством секций в пружинном блоке (2 секции) и конструкцией отдельных деталей.

Пружинный блок состоит из опорного диска *7*, промежуточных дисков *5* и *6*, верхнего диска *3*, пружин *4*. Пружины опираются на стаканы *17*. Цилиндр *10* закрыт крышкой *9*, ограничивающей перемещение поршня *11* вверх. Эта же крышка служит для установки тяг *15*, которые являются направляющими для пружинного блока. Гайками *16* на концах тяг пружинный блок затягивается на усилие необходимое для создания расчетного тормозного момента. Усилие затяжки пружинного блока через опорный диск передается на шток поршня и через него — на угловой рычаг исполнительного органа тормоза. При подаче масла в цилиндр шток и опорный диск поднимаются вверх, растормаживая машину. Для уменьшения сил трения между штоком и крышкой *9* в последнюю запрессована бронзовая втулка *14*. Для подвода густой смазки к трущимся поверхностям в крышке имеется масленка и канал в бронзовой втулке. В процессе эксплуатации через неплотности в гидросистему попадает воздух. Накопившийся под поршнем воздух выпускается через воздухоотводящую пробку *8*.

Ревизию и наладку привода тормоза выполняют в следующем порядке:

произвести внешний осмотр;

разобрать тормозной цилиндр и произвести его внутренний осмотр;

разобрать пружинный блок (в случае необходимости);

собрать привод, проверить его работу и отрегулировать;

настроить блокировочные выключатели.

При внешнем осмотре привода необходимо проверить:

1) отсутствие трещин и других дефектов пружин, целость опорных стаканов пружин;

2) состояние тяг *15* (см. рис. 3.28). Резьба тяг должна быть исправной. Не допускается погнутость тяг и затирание тягами краев отверстий в дисках *5*, *6* и *7*;

3) свободу перемещения штока в бронзовой втулке крышки *9*;

4) состояние опоры *13*. Проверить поступление смазки к опоре, если в шарнирном валике имеется смазочный канал.

Разборку цилиндра для осмотра его внутренней поверхности и поршня рекомендуется производить в следующем порядке:

разгрузить подъемные сосуды и зафиксировать орган навивки стопором;

демонтировать стойку с блокировочными выключателями;

отпустить контргайки на горизонтальной тяге исполнительного тормоза;

растормозить машину и зафиксировать пружинный блок в сжатом состоянии при помощи распорок, установленных между опорным диском *7* и крышкой *9*, скрепить распорки между собой (в качестве распорок можно применить разрезанный вдоль отрезок трубы требуемых размеров);

отключить маслонасосы;

вывернуть болты, крепящие верхнюю крышку цилиндра;

укорачивая горизонтальную тягу *2* (см. рис. 3.5) исполнительного органа тормоза, поднять поршень с верхней крышкой цилиндра и пружинным блоком на требуемую для осмотра высоту.

При внутреннем осмотре цилиндра необходимо проверить:

1) рабочую поверхность цилиндра, которая не должна иметь задиров, раковин, ржавчины и других дефектов. Незначительные дефекты устранить шабером или мелкой наждачной шкуркой. При наличии более крупных дефектов цилиндр подлежит замене;

2) подачу густой смазки к бронзовой втулке *14* крышки *9* (см. рис. 3.28). При необходимости прочистить канал;

3) отсутствие грязи на дне цилиндра, промыть все детали в керосине;

4) состояние манжеты и крепление поршня к штоку. Манжета подлежит замене при ее износе, вызывающем значительные утечки масла.

Сборку цилиндра произвести в обратной последовательности. При входе поршня в цилиндр осторожно отверткой заправить края манжеты в корпус цилиндра.

После сборки цилиндра необходимо:

1) увеличением длины горизонтальной тяги *2* (см. рис. 3.5) исполнительного органа тормоза установить суммарный зазор 10—12 мм между фрикционными накладками и ободом. Во избежание поломки выключателя от износа колодок стойка с блокировочными выключателями должна быть демонтирована;

2) медленно затормаживая машину 3—4 раза, убедиться в плавности перемещения поршня на всей длине его конструктивного хода вплоть до упора в нижнюю крышку *12* (см. рис. 3.28). При нижнем крайнем положении поршня отвернуть гайки *16* до полного освобождения пружинного блока. В этом положении повторно осмотреть пружины и их опорные стаканы. В случае необходимости заменить отдельные детали. При подборе пружин из резерва для замены следует помнить, что в одной секции блока допускается применять пружины, отличающиеся по высоте не более чем на 2 мм. В случае необходимости (например, для замены тяги *15*), отсоединить привод тормоза от исполнительного органа и полностью разобрать привод;

3) измерить высоту пружинного блока $H_{св}$ в собранном виде в свободном состоянии (от верхней кромки диска *7* до верхней кромки диска *3*). Измерение произвести по двум диаметрально противоположным образующим. За высоту $H_{св}$ принять среднее арифметическое обоих замеров. При определении затяжки пружинного блока пользоваться измеренной величиной $H_{св}$, так как в действительности она может несколько отличаться от приведенной в заводских чертежах;

4) оттормозить машину, вновь укоротить горизонтальную тягу исполнительного органа тормоза до достижения нормальных зазоров между фрикционными накладками и ободом. Отрегулировать исполнительный орган тормоза в соответствии с 3.3.5.3;

5) проверить и отрегулировать затяжку пружинных блоков из условия создания требуемого тормозного момента (см. 3.2.3).

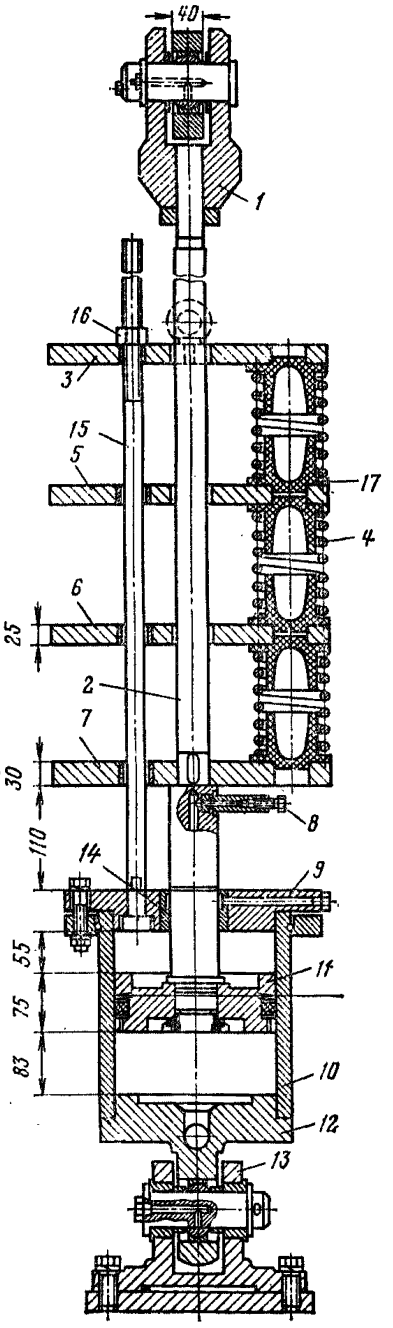



**Рис. 3.28. Пружинно-гидравлический привод тормоза подъемных машин Ц-2×1,5 и 2Ц-2×1,1:**
*1* — вилка; *2* — тяга; *3* — верхний диск; *4* — пружины; *5—6* — промежуточные диски; *7* — опорный диск; *8* — воздухоотводная пробка; *9* и *12* — верхняя и нижняя крышки; *10* — цилиндр; *11* — поршень; *13* — опора; *14* — бронзовая втулка; *15* — тяга; *16* — гайки; *17* — стакан

Для двухбарабанных машин в случае однососудного подъема с противовесом допускается разная затяжка пружинных блоков левого и правого приводов. В остальных случаях затяжка левого и правого блоков должна быть одинаковой.

Для регулировки затяжки пружинного блока необходимо затормозить машину и гайками *16* установить требуемую высоту пружинного блока $H_{зат}$ (измеряется, как указывалось выше для $H_{сп}$) из условия:

$$H_{зат} = H_{св} - F, \tag{3.136}$$

где $H_{св}$ — фактическая измеренная высота пружинного блока, мм; $F$ — требуемая затяжка блока, мм.

При одинаковой затяжке левого и правого пружинных блоков разница ходов поршней не должна превышать 2 мм. В противном случае вновь проверить и отрегулировать зазоры между фрикционными накладками и ободом, после чего повторно подрегулировать затяжку пружинных блоков;

6) проверить фактическую величину давления масла в тормозных цилиндрах, при которой происходит полное оттормаживание машины. Эта величина не должна отличаться от расчетной (см. 3.2.3) более чем на 10 %. Большие отклонения могут быть вызваны следующими причинами:

отклонением фактического хода поршня $H_п$ от расчетного (уточнить расчетное давление масла, необходимое для оттормаживания машины с учетом фактического хода поршня);

заеданием шарниров тормоза или неправильной регулировкой упорных болтов (необходимо произвести ревизию шарниров или ввернуть упорные болты);

неисправностью манометра (проверить по контрольному манометру);

ошибкой в измерении высоты пружинного блока в свободном состоянии (необходимо повторно измерить $H_{св}$);

отклонением фактической жесткости пружинного блока от расчетной (необходимо по согласованию с заводом-изготовителем произвести испытание пружин);

7) установить на место стойку с блокировочными конечными выключателями. Произвести ревизию выключателей в соответствии с 4.3.7. Отрегулировать выключатели. Контакты верхнего конечного выключателя, контролирующего растормаживание машины, должны замыкаться при недоходе примерно на 5 мм до крайнего верхнего положения поршня тормозного цилиндра.

Нижний конечный выключатель, контролирующий износ фрикционных накладок, и воздействующий на него нажим регулируются из условия уменьшения тормозного момента на 5 %. Дополнительный ход поршня тормозного цилиндра вниз от положения, при котором производилась регулировка затяжки пружинного блока, до положения, при котором должны разомкнуться контакты выключателя износа фрикционных накладок определяют по формуле

$$h_{вык} = 0{,}05\left(\frac{gG_п}{Z} + F\right), \tag{3.137}$$

где $G_п$ — масса подвижных деталей привода тормоза кг; $Z$ — жесткость пружинного блока, Н/мм; $F$ — фактическая затяжка пружинного блока, мм; $g = 9{,}81$ — ускорение свободного падения тела, м/с$^2$.

### 3.6.2.2. Насосная станция

Насосная станция представляет собой агрегат, состоящий из трех (или двух) насосных установок, маслобака, фильтров, обратных клапанов, клапана предохранительного с переливным золотником, клапана редукционного (в некоторых машинах отсутствует) и других деталей. Насос погружен в масло, что обеспечивает благоприятные условия его работы. Без масла работа насоса недопустима, так как он выйдет из строя в течение нескольких секунд.

Обратный клапан предназначен для того, чтобы надежно отсоединить от системы неработающую насосную установку.

Редукционный клапан (рис. 3.29) предназначен для понижения давления в рабочей магистрали до величины 1,2 ± 0,05 МПа при большем на 0,5—0,8 МПа давлении в магистрали перед клапаном. Масло от основной магистрали поступает

в полость *с* и через кольцевую щель, образуемую золотником *4* и втулкой-седлом *5*, — в полость *р*, откуда далее подается к аппаратам управления тормозом. Из полости *р* масло по каналам *е* и *к* в золотнике поступает в полость *л* и одновременно через канал *в* — в полость *б*. Из полости *б* через канал *а* масло поступает под запорный элемент *2* вспомогательного клапана. Давление открытия запорного элемента определяется усилием, создаваемым пружиной *3*, которая настраивается регулирующим винтом *6*. Пока давление масла, действующее на запорный элемент, не превышает усилия настройки пружины, элемент прижат к седлу *7* и расход жидкости через канал *в* отсутствует. При этом золотник находится в уравновешенном состоянии, определяемом усилием давления в полостях *л* и *р*, с одной стороны, и усилием пружины *1* и давления в полости *б* — с другой.

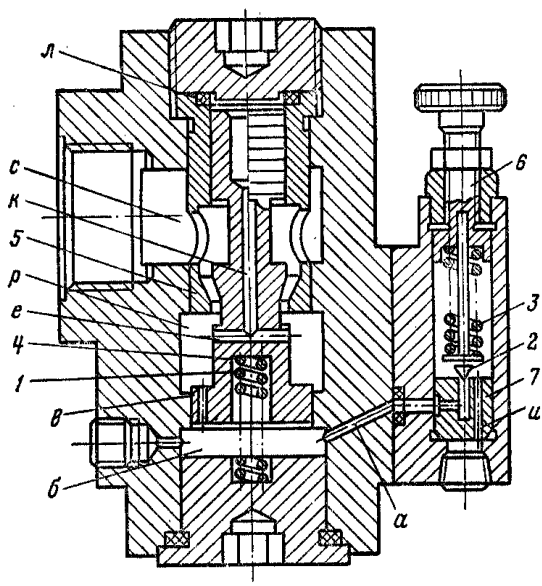



Рис. 3.29. Редукционный клапан:
*1* и *3* — пружины; *2* — запорный элемент; *4* — золотник; *5* — втулка-седло; *а, в, е, и, к* — каналы; *б, л, р, с* — полости; *6* — регулирующий винт; *7* — седло

Когда давление масла в полости *б* превысит усилие настройки пружины *3*, запорный элемент отойдет от седла и откроет доступ потоку масла на слив через канал *и*. При этом в канале *в* появится перепад давлений, благодаря чему давление в полости *б* уменьшится, равновесие сил на золотник нарушится и последний опустится, преодолевая усилие пружины *1*. Вследствие этого размер дросселирующей щели между золотником *4* и втулкой-седлом *5* уменьшится, а давление в полости *р* понизится. По мере опускания золотника усилие, создаваемое пружиной *1*, будет возрастать, благодаря чему равновесие сил на золотнике будет достигнуто при новом положении последнего. Таким образом, давление в полости *р* будет автоматически поддерживаться постоянным.

Предохранительный клапан с переливным золотником (рис. 3.30) предназначен для поддержания заданного постоянного давления в гидросистеме, а также для предохранения гидросистемы от перегрузки. Масло от насоса подводится в полость *р*, откуда по каналам *е* и *к* в золотнике *1* поступает в полость *л* и одновременно через канал *в* — в полость *б*, а через каналы *а* и *д* под запорный элемент *2* вспомогательного клапана, настроенного на определенное давление. Пока давление в системе не превышает усилия пружины *3*, регулируемого винтом *6*, гидравлически уравновешенный золотник пружиной *4* прижимается к седлу *5*, перекрывая выход масла в полость *с* и дальше на слив.

При повышении давления в гидросистеме запорный элемент, преодолевая усилие пружины *3*, открывает доступ масла из полости *б* через каналы *а, д, ж* и *и* на слив. Благодаря создавшемуся перепаду давлений в канале *в*, давление в полости *б* понижается, что приводит к нарушению равновесия сил, действующих на золотник. Последний под действием гидростатической силы, создаваемой давлением масла в полости *л*, опускается, соединяя полость *р* с полостью *с*.

При понижении давления в гидросистеме ниже давления настройки пружины *3* запорный элемент закрывается, перекрывая поток масла на слив через каналы *ж* и *и*. Давление в полостях *л* и *б* выравнивается и золотник пружиной *4* прижимается к седлу, перекрывая слив масла.

Предохранительный клапан с переливным золотником должен быть отрегулирован на давление, превышающее рабочее давление настройки редукционного клапана на 0,5—0,8 МПа. При отсутствии редукционного клапана предохранитель-

ный клапан с переливным золотником должен быть отрегулирован на величину давления 1,2 ± 0,05 МПа.

При ревизии и наладке насосной станции необходимо проверить:

1) состояние масла, залитого в бак, и установить его сорт (по документам или путем опроса обслуживающего персонала). Взять пробу масла со дна бака и визуально определить его чистоту. В бак должно заливаться масло веретенное АУ или турбинное $T_{22}$ в количестве, указанном в инструкции завода-изготовителя. Перед заливкой масла бак должен быть промыт керосином. Заливку производить только через заливную горловину, имеющую внутри сетчатый фильтр. Заменять масло рекомендуется в следующие сроки: при норме заливки 120 кг — один раз в 6 мес, при норме заливки 320 кг — один раз 12 мес. При отсутствии признаков загрязнения или разложения масла эти сроки могут быть увеличены;

2) состояние маслонасосов и передачи от электродвигателей к насосам наружным осмотром. Если насосы работают с шумом, не дают максимального давления, масляный бак заполняется пеной, стрелки манометров резко колеблются, то это говорит о засасывании воздуха насосами. В этих случаях необходимо проверить все уплотнения гидросистемы и валов насосов. Если дребезжат подшипники насосов, необходимо подтянуть болты боковых крышек насосов или заменить подшипники в случае их износа;

3) состояние фильтров, осмотреть их и опробовать в работе. Если поворот рукоятки фильтра затруднен, необходимо его разобрать, промыть детали в чистом керосине, удалить поврежденные пластины или заменить их. При просачивании масла по валику фильтра необходимо подтянуть винты, крепящие фланец к крышке фильтра, или заменить уплотнение;

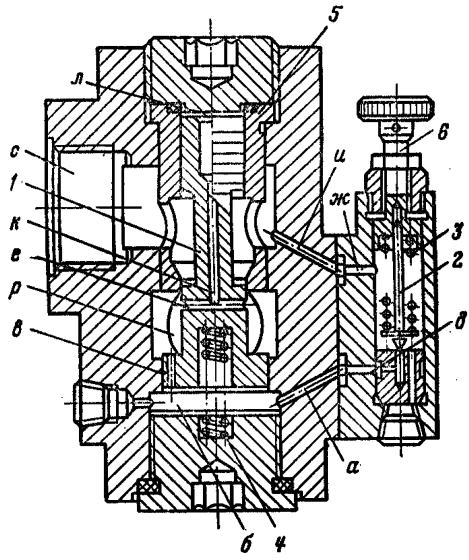



**Рис. 3.30. Предохранительный клапан с переливным золотником:**
*1* — золотник; *2* — запорный элемент; *3*, *4* — пружины; *5* — седло; *6* — регулирующий винт; *а*, *в*, *д*, *е*, *ж*, *и*, *к* — каналы; *б*, *л*, *р*, *с* — полости

4) состояние обратных клапанов. Обратный клапан должен надежно отсекать выведенный в резерв насос от нагнетательного трубопровода. Если наблюдается проворачивание резервного насоса в обратную сторону, необходимо притереть обратный клапан или заменить его;

5) работу предохранительного и редукционного клапанов. При нормальной работе их разборку производить не следует. Если наблюдаются колебания давления в гидросистеме, то это значит, что засорен демпфер предохранительного клапана либо седло шарикового клапана. В первом случае необходимо отвернуть пробку и тонкой стальной проволокой прочистить отверстие в золотнике. Во втором отвернуть регулировочный винт *6* до отказа против часовой стрелки, смыть попавшую грязь потоком масла. Если это не дает результата, снять верхнюю крышку, промыть седло клапана, сменить шарик, если он изношен, притереть седло клапана, если есть задиры и царапины на фаске седла. Отрегулировать клапаны на требуемые величины давления.

### 3.6.2.3. Блок управления

Блок управления приводом тормоза осуществляет:

при рабочем торможении — регулирование давления масла в цилиндрах приводов тормоза регулятором давления РДУГ;

при предохранительном торможении — слив масла из цилиндров приводов тормоза в бак через устройство предохранительного торможения (УПТВ) и клапан замедленного торможения;

при перестановке барабанов — слив масла в бак из цилиндра привода тормоза переставного барабана и подачу масла в цилиндры механизма перестановки барабанов (для двухбарабанных машин).

Блок управления конструктивно совмещен с насосной станцией и представляет собой агрегат, состоящий из устройства предохранительного торможения, регулятора давления, клапана замедленного торможения и других деталей.

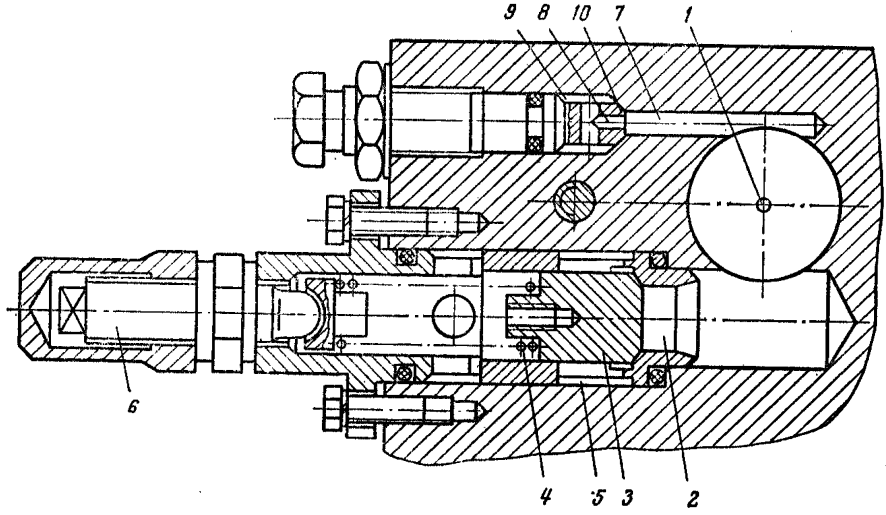



**Рис. 3.31. Клапан замедленного торможения**

Для двухбарабанных машин в комплект блока управления входит еще кран механизма перестановки барабана.

Устройство и принцип действия регулятора давления РДУГ и взрывобезопасного устройства предохранительного торможения УПТВ, методика их ревизии и наладки изложены соответственно в 4.3.10 и 4.3.11.

Масло, выпускаемое из тормозных цилиндров при предохранительном торможении, поступает в бак через клапан замедленного торможения (рис. 3.31), который предназначен для получения различных характеристик нарастания тормозного момента во времени при необходимости двухступенчатого торможения. Известны несколько конструкций клапанов замедленного торможения. На рис. 3.31 приведен клапан, устанавливаемый на машинах с модернизированной станцией управления.

Поток масла, поступающий из тормозных цилиндров в клапан замедленного торможения, разветвляется на три потока. Один поток через дроссельное отверстие *1* диаметром 4 мм поступает в бак. Второй поток через канал *2* нажимает на клапан *3* и отводит его влево, сжимая пружину *4*. Через образовавшуюся щель масло поступает в кольцевую проточку *5* и оттуда в сливной бак. Усилие зажатия пружины регулируется винтом *6*. Как только усилие, создаваемое давлением масла, сравняется по своей величине с усилием зажатия пружины, клапан перемещается вправо и прекращает слив масла в бак. Третий поток через канал *7* поступает в отверстие *8* в регулируемом дросселе, затем в кольцевую проточку *9* и оттуда в сливной бак. Если регулируемый дроссель открыт, то третий поток, в свою очередь, делится на два — поступающий через отверстие *8* и через образующийся вазор между коническими поверхностями *10*.

При ревизии и наладке блока управления необходимо проверить:

1) состояние регулятора давления, тормозного командоаппарата и устройства предохранительного торможения (см. 4.3.10, 4.3.4 и 4.3.11);

2) правильность сборки электрических цепей управления. Схема управления рабочим торможением отличается от приведенной на рис. 3.24 и 3.25 отсутствием сельсина обратной связи *СОС*, резистора *R2* и выпрямителя *ВГ3*. Может также отсутствовать и реле *РКТ*;

3) сопротивление изоляции отдельных аппаратов и схемы в целом, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

4) работу регулятора давления. Снять характеристику регулятора давления (зависимость давления в тормозных цилиндрах от тока управления) при увеличении тока в его катушке от нуля до величины, при которой прекращается увеличение давления, и при уменьшении тока до нуля. По характеристике определить: минимальную величину тока $I_{min}$, с которой начинается увеличение давления, максимальную величину тока $I_{max}$, при которой происходит полное оттормаживание машины, и число устойчивых ступеней давления в зоне регулирования, которое должно быть не менее 25. Выбрать величину дежурного тока в катушке регулятора давления, которая обычно принимается равной (0,8—0,85) $I_{min}$.

Определить величину отношения $\frac{I_{min}}{I_{деж}}$, установить статор сельсина *СЗ* (см. рис. 3.25) в такое положение, при котором отношение напряжений на его роторе при двух крайних положениях рукоятки управления «Отторможено» и «Заторможено» будет равным $\frac{I_{max}}{I_{деж}}$ или несколько больше;

резистором *R1* установить токи $I_{деж}$ и $I_{max}$ соответственно при положениях рукоятки «Заторможено» и «Отторможено». Проверить действие рабочего торможения;

5) состояние реле *РКТ* и произвести его настройку (если оно предусмотрено схемой). Для этого установить рукоятку управления в положение «Заторможено», резистором *R1* установить ток в катушке регулятора давления примерно на 20—25 % меньше выбранного дежурного тока. Резистором *R3* настроить реле *РКТ* на втягивание при этом токе. Проверить действие защиты от обрыва цепи катушки регулятора давления, для чего разомкнуть эту цепь в любом месте. Якори реле *РКТ* и *РП* должны мгновенно отпасть и включить предохранительное торможение;

6) состояние защиты, контролирующей выполнение команды на затормаживание, и проверить ее действие аналогично 3.5.2.6;

7) состояние клапана замедленного торможения. Разобрать его (см. рис. 3.31) и осмотреть состояние деталей. При необходимости двухступенчатого предохранительного торможения следует установить минимальное сечение дроссельных отверстий, предусмотренное конструкцией клапана, а степень затяжки пружины *4* предварительно установить из следующего условия: клапан *3* должен закрыться в момент соприкосновения тормозных колодок с ободом. Визуально это можно определить по скорости перемещения поршней тормозных цилиндров в начальный момент предохранительного торможения и после соприкосновения тормозных колодок с ободом. Корректировку степени зажатия пружины *4* производят при испытании тормоза.

## 3.7. ПРУЖИННО-ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ТОРМОЗА

### 3.7.1. Устройство и принцип действия

Пружинно-пневматические приводы тормоза выпускают двух видов: с тормозными грузами (пружинно-грузовой пневматический привод) и без грузов (пружинно-пневматический привод). В пружинно-грузовом пневматическом приводе пружинный блок является источником тормозного усилия рабочего торможения и первой ступени предохранительного торможения. Вторая ступень предохранительного торможения создается тормозными грузами. В пружинно-пневматическом приводе пружинный блок является источником тормозного усилия как при рабочем, так и при предохранительном торможении.

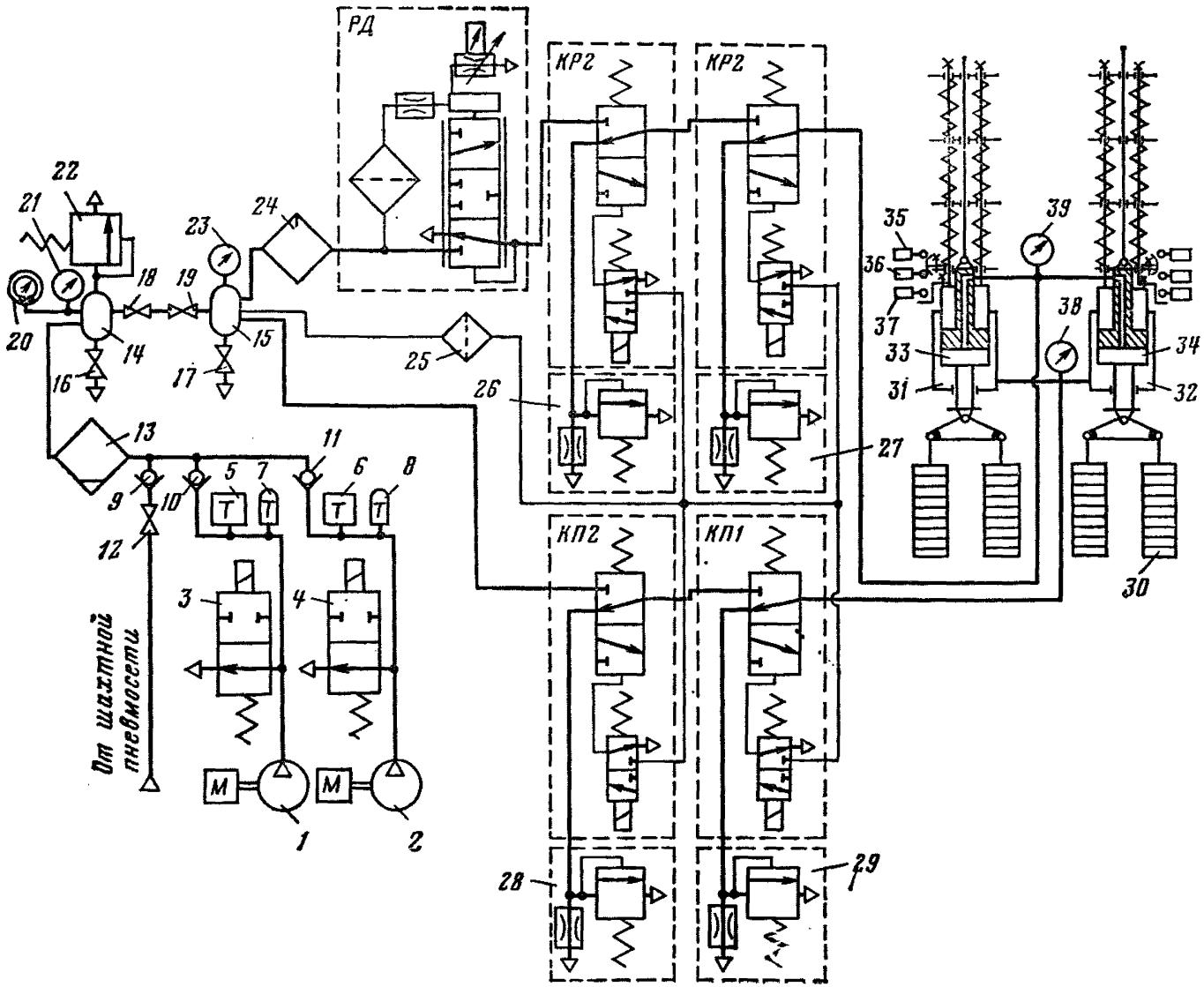



**Рис. 3.32. Схема пружинно-грузового пневматического привода тормоза многоканатной подъемной машины:**

*1, 2* — компрессоры; *3, 4* — электропневматические вентили; *5, 6* — температурные реле; *7, 8* — термометры; *9, 10, 11* — обратные клапаны; *12, 16, 17, 18, 19* — вентили; *13* — водомаслоотделитель; *14* — воздухосборник; *15* — воздухосборник панели тормоза; *20* — электроконтактный манометр; *21, 23, 38, 39* — манометры; *22* — предохранительный клапан; *24* — маслораспылитель; *25* — фильтр; *26, 27, 28, 29* — регулируемые выхлопные устройства; *30* — тормозной груз; *31, 32* — цилиндры предохранительного торможения; *33, 34* — цилиндры рабочего торможения; *35, 36, 37* — конечные выключатели

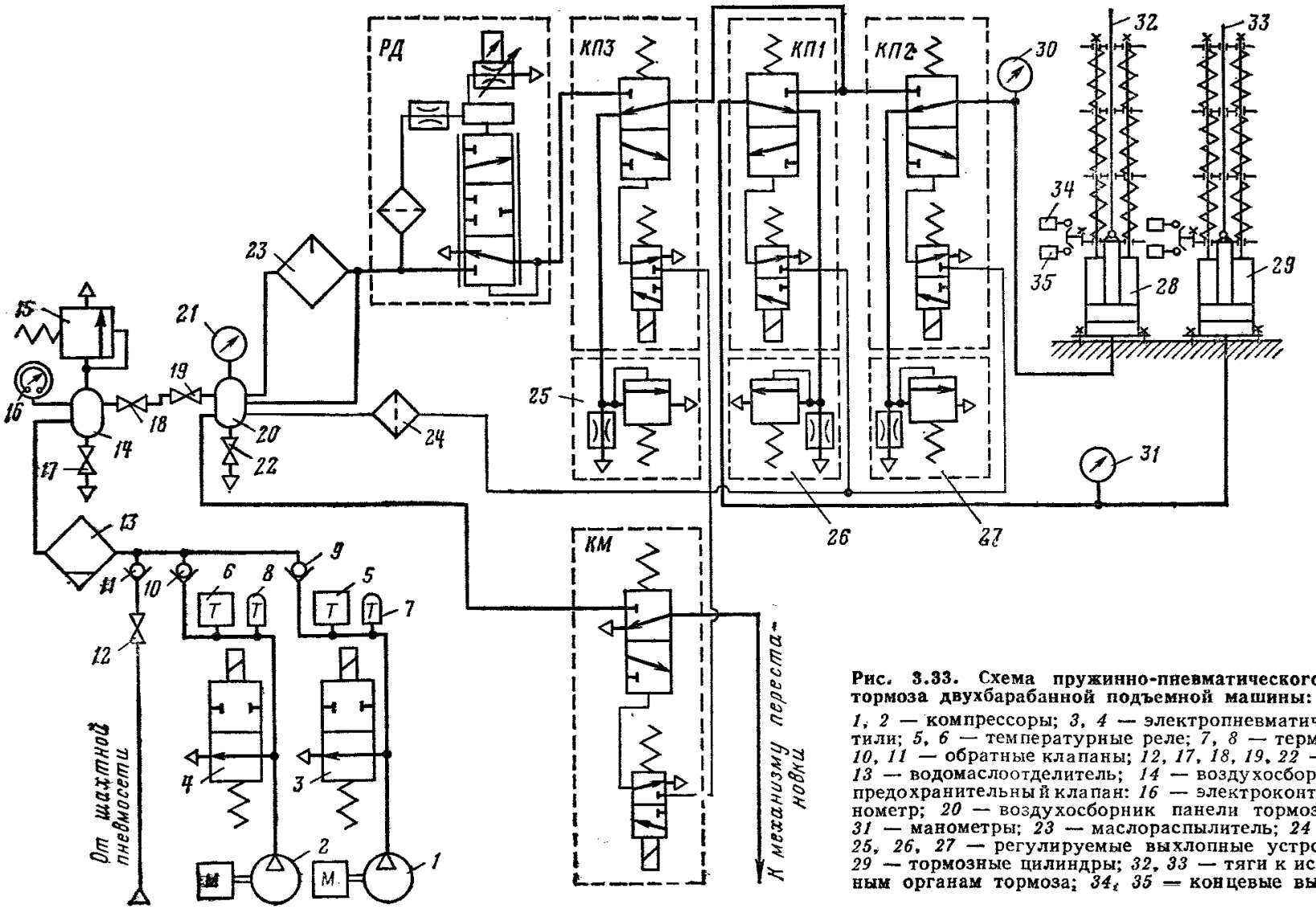



**Рис. 3.33.** Схема пружинно-пневматического привода тормоза двухбарабанной подъемной машины:

*1, 2* — компрессоры; *3, 4* — электропневматические вентили; *5, 6* — температурные реле; *7, 8* — термометры; *9, 10, 11* — обратные клапаны; *12, 17, 18, 19, 22* — вентили; *13* — водомаслоотделитель; *14* — воздухосборник; *15* — предохранительный клапан: *16* — электроконтактный манометр; *20* — воздухосборник панели тормоза; *21, 30, 31* — манометры; *23* — маслораспылитель; *24* — фильтр; *25, 26, 27* — регулируемые выхлопные устройства; *28, 29* — тормозные цилиндры; *32, 33* — тяги к исполнительным органам тормоза; *34, 35* — концевые выключатели

Пневматические схемы тормозных устройств определяются типом привода тормоза (с тормозными грузами или без них), исполнением (нормальное или взрывозащищенное), типом машины (двухбарабанная, однобарабанная, многоканатная), годом изготовления и отличаются друг от друга типом регулятора давления, типом электромагнитных клапанов, количеством и схемой их включения.

На рис. 3.32 приведена схема пружинно-грузового пневматического привода тормоза многоканатной подъемной машины.

Сжатый воздух в воздухообменник *14* поступает от одного из компрессоров *1* или *2* через обратный клапан *10* или *11* и водомаслоотделитель *13*. Электропневматический вентиль *3* или *4* предназначен для выпуска воздуха из участка трубопровода между компрессором и обратным клапаном при остановке компрессора. При этом компрессор при последующем пуске будет разгружен. Предусматривается также подача воздуха в воздухосборник от общешахтной сети сжатого воздуха, если она имеется, через вентиль *12* и обратный клапан *9*.

Из воздухосборника *14* сжатый воздух поступает в воздухосборник панели тормоза *15*. При включении клапанов предохранительного торможения *КП1* и *КП2* воздух поступает в цилиндры предохранительного торможения (ЦПТ) *31* и *32*, чем осуществляется поднятие тормозных грузов *30*. В цилиндры рабочего торможения (ЦРТ) *33* и *34* воздух поступает через маслораспылитель *24*, регулятор давления *РД* и клапаны рабочего торможения *КР1* и *КР2*.

Регулятором давления осуществляется управление рабочим торможением, а клапанами *КР1* и *КР2* — автоматическое стопорение машины в конце цикла подъема.

При предохранительном торможении отключаются одновременно клапаны *КР1*, *КР2*, *КП1* и *КП2* и воздух выпускается из ЦРТ и из ЦПТ. При этом регулятор давления отсекается от цилиндров приводов тормоза клапанами *КР1* и *КР2*. Это обеспечивает независимость процесса предохранительного торможения от величины тока в обмотке регулятора давления.

Для повышения надежности работы в схемах применяют дублирование клапанов. Воздух из тормозных цилиндров нормально выпускается через ближайший к ним клапан, а в случае его отказа — через дублирующий клапан.

В схеме двухбарабанной машины с пружинно-пневматическими приводами тормоза (рис. 3.33) управление рабочим торможением осуществляется с помощью регулятора давления *РД*, а предохранительное торможение с помощью электромагнитных клапанов *КП1—КП3*. Воздух от регулятора давления в левый и правый приводы подается через раздельные электромагнитные клапаны. Такая схема позволяет при перестановке барабанов управлять тормозами раздельно. В цилиндры механизма перестановки воздух подается через клапан *КМ*. В электрической схеме управления клапанами предусматривается блокировка: одновременно с включением клапана *КМ* и подачей сжатого воздуха в цилиндры механизма перестановки отключается клапан *КП2*, затормаживая переставной барабан.

Двухступенчатое предохранительное торможение машин с пружинно-пневматическими приводами тормоза осуществляется регулируемыми выхлопными устройствами в канале выхода воздуха клапанов *КП1*, *КП2* и *КП3*. Регулируемые выхлопные устройства *25*, *26* и *27* позволяют осуществить быстрый выпуск воздуха из тормозных цилиндров до определенной величины давления, устанавливаемой при наладке тормоза, и дальнейший выпуск воздуха через дроссельную шайбу.

## 3.7.2. Ревизия и наладка тормозов с пружинно-пневматическими приводами

### 3.7.2.1. Привод тормоза (рис. 3.34)

При подаче сжатого воздуха в цилиндр предохранительного торможения *10* цилиндр рабочего торможения *9* смещается вверх, поднимая грузы до упора шайбы *13* в резиновый буфер *12*. При этом верхний опорный диск *2*, связанный с цилиндром *9* тягами *1*, закрепленными в крышке *7*, занимает крайнее верхнее положение. Пружины *4*, зажатые между верхним опорным диском *2* и нижним

опорным диском *6*, стремятся разжаться, опуская поршень *8* вниз при отсутствии сжатого воздуха в цилиндре *9*. При этом через палец *5* и тягу *3* усилие пружинного блока передается исполнительному органу тормоза. Сжатый воздух к цилиндру *9* подводится шлангом через регулятор давления и электропневматические клапаны. Впуская сжатый воздух в цилиндр *9*, поднимают поршень *8*, сжимая при этом пружины и растормаживая машину. Изменением давления воздуха в цилиндре *9* регулируют величину тормозного момента.

Величина затяжки пружинного блока регулируется гайками на тягах *1*.

Регулируемые выхлопные устройства необходимо настроить так, чтобы при предохранительном торможении воздух из цилиндра *9* выходил быстрее, чем из цилиндра *10*. При такой настройке вначале создается тормозной момент пружинным блоком — первая ступень.

Вторая ступень предохранительного торможения создается тормозными грузами. При выходе сжатого воздуха из цилиндра *10* цилиндр рабочего торможения *9* под действием грузов опускается, дополнительно через верхний опорный диск *2* сжимая пружины *4*, увеличивая тормозной момент.

Пружинно-пневматический привод тормоза имеет пружинный блок и цилиндр рабочего торможения, закрепленный на раме машины. По конструкции он почти не отличается от пружинно-гидравлического привода тормоза (см. рис. 3.28).

Резивню и наладку пружинно-грузового пневматического привода тормоза выполняют в следующем порядке:

внешний осмотр;

разборка пружинного блока (в случае необходимости);

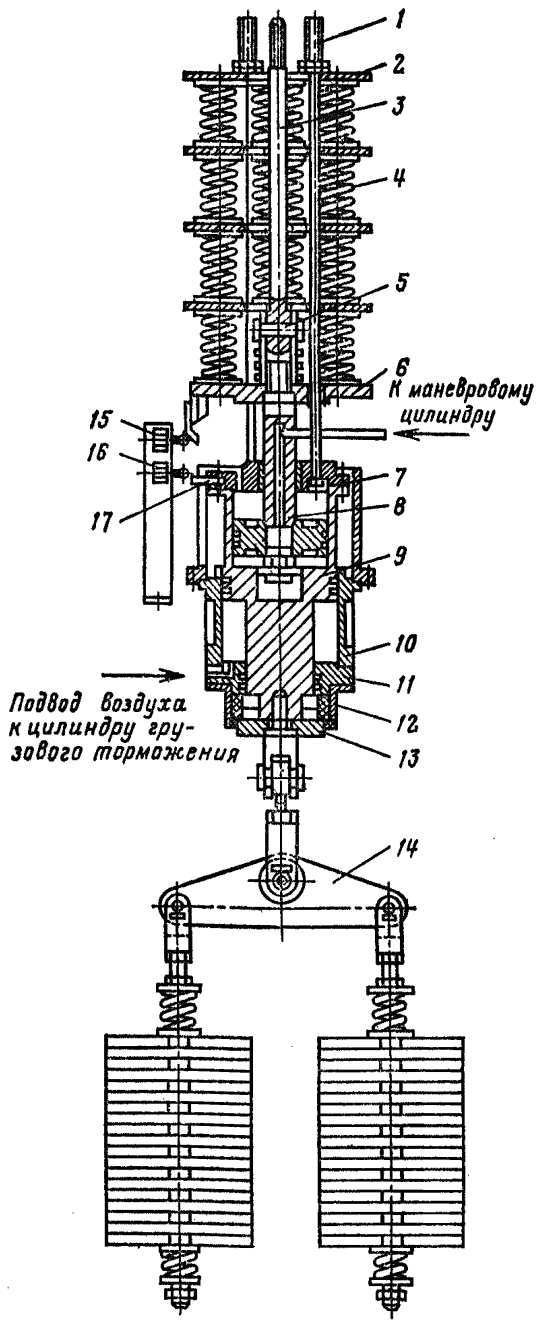



**Рис. 3.34. Пружинно-грузовой пневматический привод тормоза:**

*1* и *3* — тяги; *2* — верхний опорный диск; *4* — пружины; *5* — палец; *6* — нижний опорный диск; *7* — крышка; *8* — поршень; *9* — цилиндр рабочего торможения; *10* — цилиндр предохранительного торможения; *11* — крышка; *12* — резиновый буфер; *13* — шайба; *14* — траверса с грузами; *15* — выключатель износа колодок; *16* — выключатель контроля давления; *17* — валик

разборка тормозных цилиндров и их внутренний осмотр;
сборка привода, проверка его работы и регулировка;
настройка блокировочных выключателей.

При внешнем осмотре привода необходимо проверить:

1) состояние пружин и их опорных стаканов. Они не должны иметь трещин, сколов и других дефектов;

2) состояние тяг. Резьба тяг должна быть исправной. Не допускается погнутость тяг и затирание тягами краев отверстий в нижнем опорном *6* и промежуточных дисках;

3) свободу перемещения штока поршня *8* (см. рис. 3.34) в крышке *7*;

4) крепление привода к раме машины, отсутствие перекосов;

5) состояние шарнирных соединений. Палец *5* не должен иметь видимого люфта при оттормаживании и затормаживании машины. Густая смазка должна свободно продавливаться пресс-масленкой в шарнирное соединение;

6) отсутствие утечек воздуха через уплотнения;

7) поступление смазки на рабочие поверхности цилиндров и штоков;

8) состояние и крепление тормозных грузов. Все шарнирные валики подвески грузов должны быть смазаны, надежно застопорены, не должны иметь люфтов. Наборные плиты тормозных грузов должны быть надежно скреплены между собой стяжными шпильками. Грузы при опускании не должны задевать за стенки фундамента или за конструкции копра, а расстояние от грузов до стенок или металлоконструкций должно быть не менее 25 мм. Допускается уменьшение этого расстояния до 10 мм при обшивке стен металлическим листом или облицовочной плиткой, либо когда металлоконструкции копра не имеют выступающих частей, которые могут вызвать зависание грузов. При нижнем положении тормозных грузов расстояние по вертикали от грузов до помоста или до дна колодца должно быть не менее 300 мм.

Масса тормозных грузов должна соответствовать расчетной (см. 3.2.3). На каждой тяге одного привода должно быть одинаковое количество грузов;

9) видимую часть корпуса цилиндра рабочего торможения при снятом ограждающем стакане (если он имеется). На внешней поверхности цилиндра не должно быть рисок, ржавчины, раковин и других дефектов. Мелкие дефекты устранить шабером или мелкой наждачной шкуркой. При наличии серьезных дефектов цилиндр подлежит замене;

10) состояние пружинного блока. Если в результате осмотра пружинного блока дефектов не обнаружено и имеется полная уверенность в его исправности и достоверности данных о высоте пружинного блока в свободном состоянии, разборку блока можно не производить. При обнаружении дефектов необходимо пружинный блок разобрать для более тщательного осмотра, ремонта или замены дефектных деталей. В течение первых пяти лет эксплуатации машины необходимо ежегодно освобождать пружинный блок или производить его полную разборку для замера высоты блока в свободном состоянии, так как пружины в процессе эксплуатации (особенно в начальный период) могут дать усадку. В дальнейшем эту операцию производить один раз в 5 лет.

После освобождения пружинного блока измерить его высоту в свободном состоянии $H_{св}$ от верхней кромки нижнего опорного диска *6* до верхней кромки верхнего опорного диска *2* (см. рис. 3.34). В случае полной разборки пружинного блока измерить высоту каждой пружины. Сравнить эти величины с заводскими данными, приведенными в паспорте машины или на чертеже. В дальнейшем при затяжке пружинного блока на требуемую величину пользоваться фактической измеренной высотой пружинного блока в свободном состоянии $H_{св}$. Пружины, давшие в результате эксплуатации значительную усадку, резко отличающуюся от усадки остальных пружин, а также лопнувшие пружины заменить. При подборе пружины из резерва для замены следует иметь в виду, что в одной секции блока допускается применять пружины, отличающиеся по высоте не более чем на 2 мм.

При сборке пружинного блока необходимо соблюдать маркировку и расположение пружин по секциям, для чего во время разборки они должны быть уложены в определенном порядке.

Разборку цилиндров для внутреннего осмотра осуществить одним из трех способов:

1) одновременно с разборкой пружинного блока;

2) без разборки пружинного блока с применением подъемных средств;

3) без разборки пружинного блока и без применения подъемных средств.

Разборка цилиндров первым способом производится после разборки пружинного блока в следующей последовательности:

закрыть вентиль подачи сжатого воздуха и полностью выпустить воздух из тормозной системы;

снять тормозные грузы, детали подвески грузов и шайбу *13* (см. рис. 3.34);

отсоединить гибкий шланг от цилиндра рабочего торможения;

зацепить монтажным краном за шток поршня *8*, слегка приподняв его, снять нагрузку с шарнирного соединения тяги *3* с угловым рычагом исполнительного органа тормоза; отсоединить тягу *3* от исполнительного органа тормоза;

поднимая монтажным краном шток поршня *8* далее, вынуть цилиндр рабочего торможения из предохранительного цилиндра;

Снять крышку цилиндра рабочего торможения;

монтажным краном вынуть поршень из цилиндра рабочего торможения.

Второй и третий способы применяют, когда нет необходимости в разборке пружинного блока.

Второй способ отличается от первого тем, что пружинный блок фиксируется при расторможенной машине стяжными шпильками, затем выпускается воздух из цилиндров рабочего и предохранительного торможения. Остальные операции — те же, что и при первом способе.

Третий способ заключается в следующем:

разгрузить подъемные сосуды и зафиксировать орган навивки стопором;

демонтировать стойку с блокировочными выключателями;

отпустить контргайки на горизонтальной тяге исполнительного органа тормоза;

растормозить машину и зафиксировать пружинный блок в сжатом состоянии при помощи распорок, установленных между нижним опорным диском *6* и крышкой *7*, скрепить распорки между собой (в качестве распорок можно применить разрезанный вдоль отрезок трубы требуемых размеров);

снять тормозные грузы и демонтировать детали подвески грузов;

установить распорки между верхним фланцем цилиндра *9* и верхним срезом цилиндра *10*;

закрыть вентиль подачи сжатого воздуха и полностью выпустить воздух из тормозной системы;

отсоединить гибкий шланг от цилиндра рабочего торможения;

снять крышку *7* цилиндра рабочего торможения;

укорачивая горизонтальную тягу исполнительного органа тормоза, извлечь поршень *8* из цилиндра *9* на высоту, достаточную для осмотра или замены манжеты;

опустить поршень *8* на место горизонтальной тягой исполнительного органа тормоза, произвести сборку цилиндра рабочего торможения;

демонтировать серьгу подвески грузов и шайбу *13*;

вновь укорачивая горизонтальную тягу исполнительного органа тормоза извлечь цилиндр *9* из цилиндра *10* и приподнять его на высоту, достаточную для осмотра или замены манжет.

При внутреннем осмотре цилиндров необходимо проверить:

1) состояние рабочих поверхностей цилиндров и поршней, на которых не должно быть ржавчины, царапин, раковин и других дефектов. Мелкие дефекты устранить шабером или мелкой наждачной шкуркой. При серьезных дефектах поверхности цилиндры подлежат замене;

2) отсутствие посторонних предметов, грязи; промыть цилиндры;

3) состояние манжет, поршня и его крепление со штоком. При необходимости заменить манжеты.

Сборку цилиндров произвести в обратной последовательности. Поршни должны свободно под действием собственного веса перемещаться в цилиндрах. После сборки необходимо проверить поступление смазки ко всем смазываемым точкам.

Ревизия пружинно-пневматических приводов тормоза производится в той же последовательности, что и пружинно-грузовых приводов, за исключением всех

пунктов, касающихся грузовой части тормоза, либо может быть принята последовательность, изложенная в 3.6.2.1 для пружинно-гидравлического привода тормоза.

После окончания сборки привода тормоза необходимо проверить:

1) регулировку исполнительного органа тормоза в соответствии с требованиями, изложенными в 3.3.5.3.

Перед регулировкой затяжки пружинных блоков убедиться, что в расторможенном положении зазоры между фрикционными накладками и ободом равны 1 мм на сторону;

2) затяжку пружинных блоков в соответствии с 3.2.3. Для этого затормозить машину и гайками на тягах *1* (см. рис. 3.34) установить высоту пружинного блока $H_{зат}$ из условия, определяемого формулой (3.136) аналогично пружинно-гидравлическому приводу тормоза (см. 3.6.2.1).

При одинаковой затяжке левого и правого пружинных блоков разница ходов поршней не должна превышать 5 мм. В противном случае вновь проверить и отрегулировать зазоры между фрикционными накладками и ободом, после чего повторно подрегулировать затяжку пружинных блоков. Величины $H_{св}$ и $H_{зат}$ измеряются от верхнего среза верхнего опорного диска *2* до верхнего среза нижнего опорного диска *6* (т. е. без учета толщины нижнего опорного диска). При регулировке не допускать перекоса верхнего опорного диска *2* относительно нижнего опорного диска *6*. Отсутствие перекоса контролируется измерением высоты блока против каждой тяги *1*;

3) фактическую величину давления воздуха в тормозных цилиндрах, при которой происходит полное оттормаживание машины. Эта величина не должна отличаться от расчетной (см. 3.2.3) более чем на 10 %. Возможные причины отклонения и способы проверки такие же, как для пружинно-гидравлического привода тормоза (см. 3.6.2.1);

4) блокировочные конечные выключатели. Установить на место стойку с блокировочными конечными выключателями. Произвести ревизию выключателей в соответствии с 4.3.7. Отрегулировать выключатели.

Конечный выключатель *16* (см. рис. 3.34), контролирующий положение поршня цилиндра предохранительного торможения, и воздействующий на него нажим отрегулировать так, чтобы контакты выключателя замыкались при верхнем положении тормозного груза.

Аналогичным образом регулируют конечный выключатель, контролирующий полное растормаживание машины (на рис. 3.34 не показан): его контакты должны замкнуться при положении нижнего опорного диска *6* примерно на 5 мм ниже его крайнего верхнего положения.

Выключатель износа тормозных колодок *15* и воздействующий на него нажим отрегулировать из условия уменьшения тормозного момента на 5 % аналогично пружинно-гидравлическому приводу тормоза (см. 3.6.2.1). При этом для пружинно-грузового привода в формулу (3.137) подставить массу подвижных деталей привода тормоза, участвующую в пружинном торможении;

5) величину опускания тормозных грузов при предохранительном торможении (для пружинно-грузовых приводов тормоза), которая зависит от разности тормозных моментов, создаваемых пружинной и грузовой частями тормоза. При равенстве моментов тормозные грузы либо совсем не опускаются, либо опускаются незначительно (5—7 мм). Если величина опускания грузов мала, то проверить возможность дальнейшего опускания грузов (например, при поломке пружин) можно следующим способом.

Отключить клапаны *КП1* и *КП2* (см. рис. 3.32) и включить клапаны *КР1* и *КР2*. При подаче тока в катушку регулятора давления *РД* в цилиндры рабочего торможения будет поступать сжатый воздух. Тормозные грузы опустятся, дополнительно сжав пружинные блоки. Одновременно в надпоршневое пространство цилиндров предохранительного торможения залить 0,2—0,4 л индустриального масла И-20А. В электрической схеме управления электромагнитными клапанами должен быть предусмотрен специальный переключатель, позволяющий производить такую проверку и одновременно смазку цилиндров предохранительного торможения ежесменно.

При большой разнице тормозных моментов может возникнуть явление, когда в процессе наложения второй ступени торможения цилиндр *9* (см. рис. 3.34)

«догоняет» поршень *8* и крышка *7* ударяет сверху по поршню. Это явление недопустимо. В таких случаях следует увеличить затяжку пружинного блока.

Если при «зарядке» тормоза шайба *13* сильно ударяет по буферу *12*, рекомендуется для смягчения ударов установить дроссельную шайбу с диаметром отверстия 8—10 мм во фланцевом соединении трубопровода между воздухосборником панели тормоза и клапанами предохранительного торможения.

### 3.7.2.2. Панель тормоза

Панель тормоза содержит аппараты управления рабочим и предохранительным торможением, а у двухбарабанных машин — также аппарат управления механизмом перестановки.

В панелях тормоза нормального исполнения установлен регулятор давления типа РДБВ или РДУ-1 и электромагнитные клапаны нормального исполнения, а в панелях, предназначенных для установки во взрывоопасной среде — регулятор давления типа РДВП и электромагнитные клапаны взрывозащищенного исполнения.

При ревизии и наладке панели тормоза необходимо проверить:

1) состояние трубопроводов, отсутствие утечек сжатого воздуха. При необходимости заменить уплотнения.

При монтаже подъемных машин до подачи сжатого воздуха в тормозную систему все трубопроводы от компрессоров до воздухосборника, от воздухосборника до панели тормоза и от панели тормоза до тормозных приводов должны быть очищены от ржавчины и окалины травлением 20 %-ным раствором соляной или серной кислоты, промыты известковым раствором и горячей водой. После промывки трубы просушить и смазать маслом;

2) отсутствие механических повреждений элементов панели тормоза, правильность трубной разводки и ее соответствие пневматической схеме тормоза. Направление стрелок на маслораспылителе и фильтре должно соответствовать направлению воздушного потока. Панель тормоза должна быть очищена от грязи;

3) состояние регулятора давления (см. 4.3.10), электромагнитных клапанов (см. 4.3.11) и произвести их ревизию и наладку.

Поскольку при пружинно-пневматическом приводе тормоза не используется электромагнит первой ступени торможения регуляторов давления РДБВ и РДУ-1, то его рекомендуется демонтировать, либо демонтировать только его якорь.

Регулятор давления должен быть установлен строго по вертикали. Присоединительные фланцы на регуляторе и трубопроводах должны быть хорошо обработаны, не иметь заусенцев и перекосов. В противном случае обтяжка болтов на фланцах может вызвать деформацию корпуса, что приведет к заеданию золотника. Регуляторы давления нормально работают при температуре окружающей среды от +5 до 35 °С. Если при низкой температуре наблюдается заедание золотника, то под регулятором давления следует установить нагреватель;

4) правильность сборки электрических цепей управления и измерить сопротивление изоляции отдельных аппаратов и схемы в целом, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

5) величину омического сопротивления обмоток регулятора давления и электромагнитных клапанов и сравнить с паспортными данными. Величины сопротивления не должны отличаться от данных, приведенных в технических характеристиках или нанесенных непосредственно на катушках, более чем на ± 10%;

6) состояние маслораспылителя, который предназначен для подачи в сжатый воздух тонкораспыленного масла для смазки трущихся поверхностей тормозных устройств, и произвести его ревизию и наладку. На панели установлен маслораспылитель В44-26 Московского завода пневмоаппаратов и пневмоавтоматики (рис. 3.35).

Сжатый воздух из воздухосборника панели подводится к отверстию *П*. Проходя через маслораспылитель, воздушный поток разделяется: одна часть его (основной поток) направляется в отверстие *О* через щель, а другая часть — через каналы *а* и *б*.

Когда дроссель *14* полностью открыт, давление в резервуаре (стакан *10* и гильза *6*) и в полости *К* одинаково и каплепадение масла не происходит.

При дросселировании давление в полости *К* становится меньше, чем в резервуаре, вследствие чего масло поднимается по трубке *5*, отжимает шарик *2* от седла втулки и попадает в трубку *11*.

Так как в зоне распыления (после кольцевой щели) происходит местное понижение давления, то масло вытягивается из трубки *11*, проходит через отверстие малого диаметра распылителя *1* и распыляется в потоке сжатого воздуха.

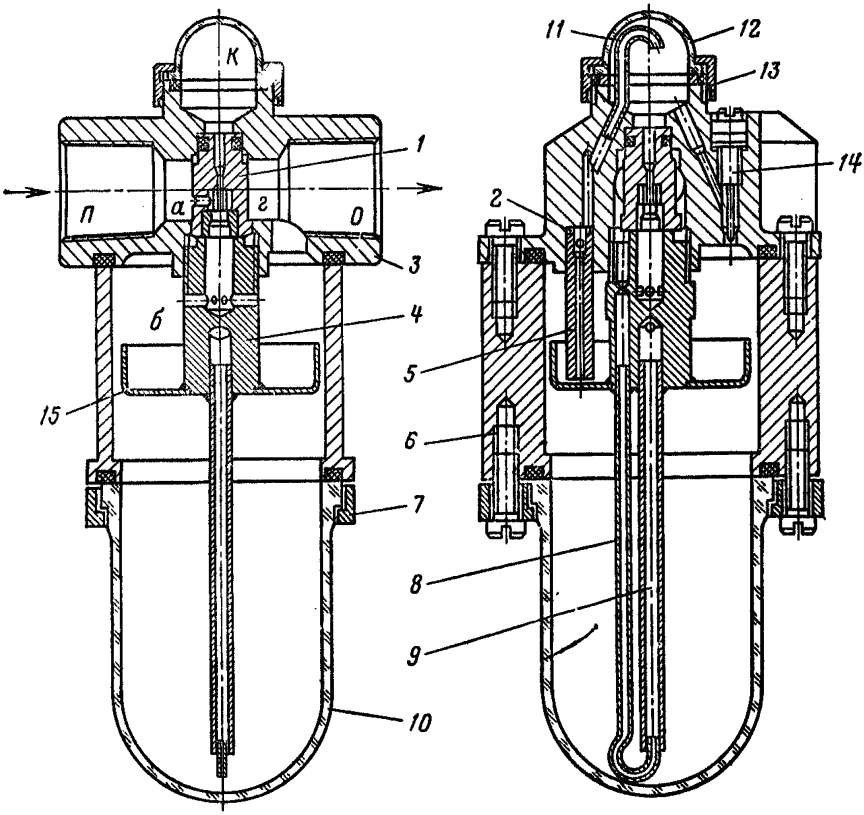



**Рис. 3.35. Маслораспылитель**

Более тяжелые частицы оседают на поверхности масла в резервуаре, а более легкие вместе с потоком воздуха проходят к выходному отверстию *О* через отверстие в корпусе *3*.

Попадая в основной поток воздуха, масло подвергается вторичному распылению, и в пневмосистему попадают мельчайшие частицы.

Маслораспылитель имеет устройство, обеспечивающее подачу масла в трубку *5* с постоянного уровня. В пробке *4* имеется канал с заужением, соединяющий впаянную в него трубку *8* с основным потоком сжатого воздуха. Нижний конец трубки *8* с зазором входит в нижний конец трубки *9*. К торцу пробки *4* припаян лоток *15*. Вследствие разности давлений в трубке *8* и в стакане *10*, возникающей при прохождении сжатого воздуха через маслораспылитель, масло перекачивается из стакана *10* в лоток *15* по трубке *9*. Масло будет поступать в лоток до тех пор, пока его уровень в стакане *10* не окажется ниже среза трубки *9*.

Дозировка расхода масла осуществляется дросселем *14*. При полностью закрытом дросселе разность давлений в стакане *10* и в полости *К* будет наибольшей и, следовательно, расход масла будет также наибольшим.

Шарик *2* препятствует понижению уровня масла в трубках *5* и *11* при отсутствии расхода воздуха через маслораспылитель, поэтому каплепадение начинается сразу после возобновления расхода воздуха через маслораспылитель. Наличие прозрачного колпачка *12* позволяет вести визуальное наблюдение за каплепадением.

Стакан *12* заполняется маслом через специальные пробки до начала резьбы под пробки в гильзе *6*. Полезная емкость резервуара для масла 0,4 л. Рекомендуется применять отфильтрованное индустриальное масло И-20А. Наличие в масле механических примесей может нарушить работу маслораспылителя — засорить дроссель и маслопроводные трубки.

Вновь установленный маслораспылитель подлежит ревизии с разборкой для осмотра деталей и удаления смазки консервации с промывкой деталей в бензине, керосине или соляровом масле.

На подъемных машинах, находящихся в эксплуатации, маслораспылитель можно не разбирать, если он работает нормально. При работе маслораспылителя проверить отсутствие утечек. При наличии утечек следует подтянуть винты, соединяющие корпус *3* с фланцем *7*, гайку *13* или пробки для заливки масла. Если это не устранит утечек, осмотреть уплотнения и заменить их в случае необходимости. При просачивании воздуха через дроссель *14* осмотреть его уплотнения, в случае надобности заменить.

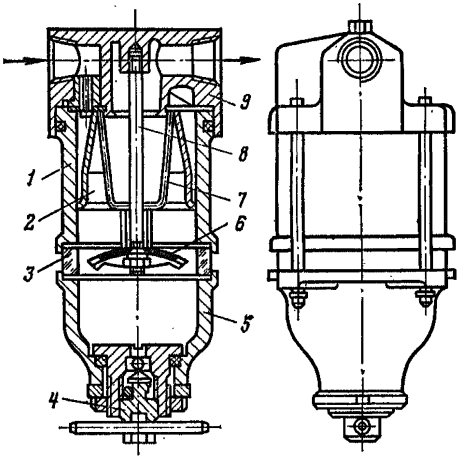



**Рис. 3.36. Воздушный фильтр:**
*1* — стакан; *2* — отражатель; *3* — прозрачная гильза; *4* — кран для выпуска конденсата; *5* — днище; *6* — заслонка; *7* — металлокерамический фильтр; *8* — шпилька; *9* — корпус

Заливку масла в маслораспылитель произвести по мере надобности при закрытом доступе сжатого воздуха в панель тормоза. Рекомендуется отрегулировать дросселем *14* подачу одной-двух капель масла за время впуска воздуха в тормозные цилиндры;

7) состояние воздушного фильтра (влагоотделителя) и произвести его ревизию. Фильтр предназначен для отделения твердых частиц величиной до 0,05 мм, частиц воды и компрессорного масла, находящихся в сжатом воздухе, поступающем в пневмоусилители электромагнитных клапанов.

На рис. 3.36 показана конструкция воздушного фильтра В-41-16 Московского завода пневмоаппаратов. Сжатый воздух проходит в стакан *1* через щели отражателя *2*. Поток воздуха в стакане движется по винтовой линии. Мелкие частицы воды под действием центробежных сил отбрасываются на стенки стакана *1*, где собираются на стенках в капли, которые затем стекают вниз в спокойную зону, отделенную от остальной части стакана заслонкой *6*.

Осушенный воздух проходит через металлокерамический фильтр *7*, очищается от механических примесей и поступает к выходному отверстию фильтра. Для выпуска накопившегося конденсата предназначен кран *4*. Выброс воды из фильтра происходит под действием сжатого воздуха (продувка). Вместе с конденсатом удаляются механические примеси, задержанные металлокерамическим фильтром *7*. Прозрачная гильза *3* позволяет следить за количеством конденсата и производить своевременный выпуск его. Уровень конденсата в стакане не должен быть выше заслонки *6*.

Воздушный фильтр (влагоотделитель) необходимо разобрать, осмотреть и промыть металлокерамический фильтр *7* и другие детали. При работе фильтра

проверить отсутствие утечек воздуха. При появлении утечек по стыку корпуса и стакана проверить состояние уплотняющего кольца и в случае необходимости заменить его. При появлении утечек через кран *4* необходимо проверить поверхность клапана и его седла;

8) состояние тормозного командоаппарата и произвести ревизию и наладку его. Затем снять характеристику регулятора давления (зависимость давления в тормозных цилиндрах от токов управления в обмотке от нуля до величины, при которой прекращается увеличение давления, и при уменьшении тока до нуля). Необходимо снять две характеристики: при минимальном и максимальном давлении воздуха в воздухосборнике. Количество устойчивых ступеней в зоне регулирования должно быть не менее 25, а максимальная величина гистерезиса не более 0,08 МПа. Снятие характеристики произвести после наладки исполнительного органа и привода тормоза.

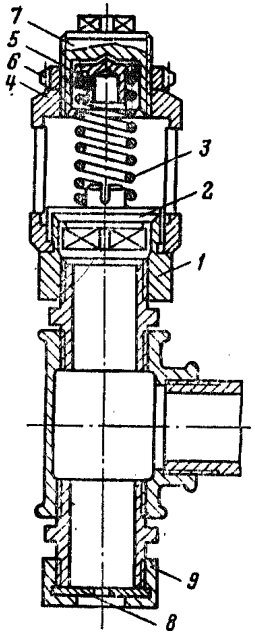


Рис. 3.37. Регулируемое выхлопное устройство

По характеристикам регулятора давления определить величину тока, при которой происходит полное оттормаживание машины (при возрастании тока) при минимальном давлении воздуха в воздухосборнике, определяемом настройкой реле давления. Рабочая величина тока $I_{max}$ при установке рукоятки управления в положение «Отторможено» должна быть на 3—5 мА больше этой величины. Определить также величину тока, при которой давление в цилиндрах обращается в нуль (при снижении тока) при максимальном давлении воздуха в воздухосборнике. Рабочая величина дежурного тока $I_{деж}$ при установке рукоятки управления в положение «Заторможено» должна быть на 3—5 мА меньше этой величины.

Расстопорить статор сельсина тормозного командоаппарата и установить его в такое положение, при котором отношение напряжений на его роторе при двух крайних положениях рукоятки управления будет равно отношению токов $I_{max}/I_{деж}$. Регулировочным резистором установить выбранные величины токов. Вновь застопорить статор сельсина;

9) состояние регулируемых выхлопных устройств, если имеется необходимость двухступенчатого предохранительного торможения, и произвести их ревизию и наладку. Регулируемое выхлопное устройство (рис. 3.37) предназначено для регулирования скорости выхода воздуха из тормозных цилиндров при предохранительном торможении машины или стопорении ее в автоматическом режиме. Сжатый воздух из тормозных цилиндров, пройдя электромагнитный клапан, попадает в выхлопное устройство и по нему устремляется вверх через регулирующий клапан и вниз через дросселирующую шайбу.

Регулирующий клапан состоит из основания *1*, клапана *2*, пружины *3*, корпуса клапана *4*, специальной шайбы *5*, контргайки *6*, гайки регулировочной *7*. Дросселирующее устройство состоит из дроссельной шайбы *8* и накидной гайки *9*.

При некоторой величине давления воздуха, определяемой степенью затяжки пружины *3* гайкой *7*, клапан *2* закрывается. Дальнейший выход воздуха происходит только через дроссельную шайбу, причем время снижения давления до нуля определяется диаметром отверстия дроссельной шайбы.

Изменение затяжки пружины *3* на 7 мм вызывает изменение давления, при котором закрывается клапан *2*, примерно на 0,1 МПа (1 кгс/см$^2$). Диаметр отверстия дроссельной шайбы выбирается обычно в пределах от 4 до 16 мм.

При ревизии регулируемого выхлопного устройства необходимо тщательно уплотнить все трубные соединения с тем, чтобы при предохранительном торможении после закрывания клапана *2* воздух выходил только через дроссельную шайбу *8*. Установить предварительно дроссельные шайбы и предварительно затянуть

пружины *3* регулируемых выхлопных устройств из приведенных ниже соображений.

Для пружинно-грузового привода тормоза необходимо вначале установить время, по истечении которого должно начаться опускание тормозных грузов после начала предохранительного торможения. Ориентировочно это время может быть вычислено по формуле (3.76) для барабанных подъемных машин (см. 3.2.2.1) и по формуле (3.87) для многоканатных подъемных машин.

Затем подбором дроссельных шайб и степени затяжки пружин регулируемых выхлопных устройств, по которым воздух выходит из цилиндров предохранительного торможения, добиться, чтобы тормозные грузы начинали опускаться примерно через вычисленное время после нажатия на аварийную кнопку. Регулировку произвести раздельно для основного и дублирующего выхлопных устройств.

Для обеспечения безударного приложения тормозного момента первой ступени желательно на выхлопных устройствах из цилиндров рабочего торможения установить дроссельные шайбы с отверстием диаметра 6—10 мм, а пружины затянуть на 4—8 мм (ориентировочно).

Для пружинно-пневматических приводов тормоза необходимо вначале по выбранному тормозному моменту первой ступени $M_1$ (см. 3.2.2) определить соответствующее усилие $Q_1$ в вертикальной тяге тормоза по формуле (3.107).

Для каждого привода тормоза в начальный момент предохранительного торможения остаточное давление воздуха в тормозном цилиндре должно обеспечить усилие в вертикальной тяге, равное усилию $Q_1$. Из этого условия величина остаточного давления в цилиндрах левого и правого приводов определится по формуле

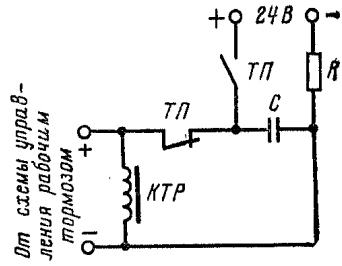



**Рис. 3.38. Схема повышения надежности закрывания электромагнитных клапанов**

$$P_1 = \frac{4\,(gG_{\text{п}} + ZF - 10^3 Q_1)}{10^6 \pi d_{\text{р}}^2}, \qquad (3.138)$$

где $G_{\text{п}}$ — масса подвижных деталей привода тормоза, кг; $Z$ — жесткость пружинного блока, Н/мм; $F$ — фактическая затяжка пружинных блоков, мм; $d_{\text{р}}$ — диаметр тормозного цилиндра, м.

Предварительно в регулируемых выхлопных устройствах следует установить дроссельные шайбы с минимально возможным диаметром отверстия (4 мм), а затяжку пружин сделать на величину давления на 20—30 % больше вычисленной по формуле (3.138). Этот запас желательно установить для того, чтобы в начале испытания тормоза получить небольшие замедления предохранительного торможения, не опасаясь набегания сосудов при наклонном подъеме или проскальзывании канатов при многоканатном подъеме. Кроме того, этим запасом в какой-то мере учитывается то, что фактический коэффициент трения фрикционных накладок об обод, как правило, выше расчетного. После регулировки выхлопных устройств необходимо при остановленной машине несколько раз проверить режим выхода воздуха из цилиндров при включении предохранительного торможения. Проверить четкость закрывания выхлопных клапанов и при каком давлении оно происходит. Желательно, чтобы после закрывания клапанов дальнейшее снижение давления воздуха до нуля происходило за время в 1,5—2 раза больше времени $t$, определенного по формуле (3.76) или (3.87). Проверку произвести раздельно для каждого выхлопного устройства.

На установках, где обмотка регулятора давления при предохранительном торможении обесточивается, не удается получить желаемое время снижения давления воздуха в тормозных цилиндрах до нуля. Это объясняется ненадежной отсечкой электромагнитными клапанами тормозных цилиндров от регулятора давления, вследствие чего значительная часть воздуха из тормозных цилиндров выходит через регулятор давления, минуя регулируемые выхлопные устройства.

Для таких установок при необходимости создания двухступенчатого предохранительного торможения рекомендуется смонтировать схему, изображенную на рис. 3.38. Предварительно заряженная батарея конденсаторов электрической емкостью 18000—20000 мкФ при предохранительном торможении разряжается через контакты *ТП* и обмотку регулятора давления *КТР*. Благодаря этому в течение предохранительного торможения на выходе регулятора поддерживается давление воздуха, способствующее надежному закрыванию электромагнитных клапанов.

Окончательно параметры настройки регулируемых выхлопных устройств подобрать при испытании тормоза.

### 3.7.2.3. Воздухосборник, воздушная система и компрессоры

При ревизии и наладке воздухосборника, воздушной системы и компрессоров необходимо проверить:

1) наличие технических паспортов на компрессоры и воздухосборник;

2) сроки освидетельствования воздухосборника. Воздухосборник должен быть испытан и освидетельствован в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Разрешение на пуск в работу вновь смонтированного воздухосборника выдается после регистрации и технического освидетельствования инспекцией Котлонадзора.

На каждый воздухосборник после его регистрации должны быть нанесены краской на видном месте или на специальной табличке форматом не менее 400××300 мм следующие данные: регистрационный номер; разрешенное давление; дата (месяц и год) следующего внутреннего осмотра и гидравлического испытания.

Воздухосборники должны подвергаться периодическим техническим освидетельствованиям инспекцией Котлонадзора:

внутреннему осмотру, проводимому не реже чем через каждые 4 года;

гидравлическому испытанию, проводимому не реже чем через каждые 8 лет, с предварительным внутренним осмотром;

3) наличие и надежность заземления воздухосборника;

4) воздухораспределительную сеть, произвести внешний осмотр воздухораспределительной сети. Устранить утечки воздуха. Проверить отсутствие механических повреждений вентилей, обратных клапанов, электропневматических вентилей или запорно-разгрузочных клапанов, термометров и т. д., произвести ревизию компрессора в соответствии с инструкцией завода-изготовителя;

5) состояние предохранительного клапана на воздухосборнике и отрегулировать его, если он не опломбирован инспекцией Котлонадзора. Предохранительный клапан должен срабатывать при давлении, превышающем разрешенное давление на 10 %;

6) реле давления (или электроконтактные манометры) и отрегулировать его на требуемые пределы срабатывания. Нижний предел, при котором включается компрессор, должен быть на 0,05—0,1 МПа больше давления, определенного согласно формулам (3.132) и (3.133), но не менее 0,4 МПа, так как при меньшем давлении не может быть обеспечена нормальная работа электромагнитных клапанов и механизма перестановки (для двухбарабанных машин). Верхний предел, при котором отключается компрессор, должен быть примерно на 0,2 МПа больше нижнего предела, но не более разрешенного давления в воздухосборнике и номинального давления компрессора;

7) разгрузочное устройство, состоящее из электропневматического вентиля и обратного клапана. Ревизию электропневматического вентиля произвести согласно 4.3.11. Если после отключения компрессора и электропневматического вентиля выход воздуха через вентиль длительное время не прекращается, следует устранить утечки воздуха через обратный клапан. При необходимости притереть совместно клапан и седло, либо заменить обратный клапан.

На машинах старых выпусков вместо обратного клапана и электропневматического вентиля эксплуатируются запорно-разгрузочные клапаны (рис. 3.39). При отключенном электромагните *8* запорно-разгрузочного клапана рычаг *4* повернут относительно оси вращения по часовой стрелке, пружины запорного клапана *3* и разгрузочного золотника *6* ослаблены. Запорный клапан прижат к сед-

лу *2* давлением воздуха со стороны воздухосборника. Оставшийся сжатый воздух в трубе между компрессором и запорно-разгрузочным клапаном отжимает шарик разгрузочного золотника *6* и выходит в атмосферу. Электромагнит *8* включается одновременно с двигателем компрессора. При этом разгрузочный золотник поднимается, прижимая шарик к отверстию и прекращая выпуск воздуха в атмосферу. Одновременно сжимается пружина запорного клапана, способствуя его подъему. Запорный клапан *3* по мере повышения давления со стороны компрессора поднимается и пропускает сжатый воздух в воздухосборник.

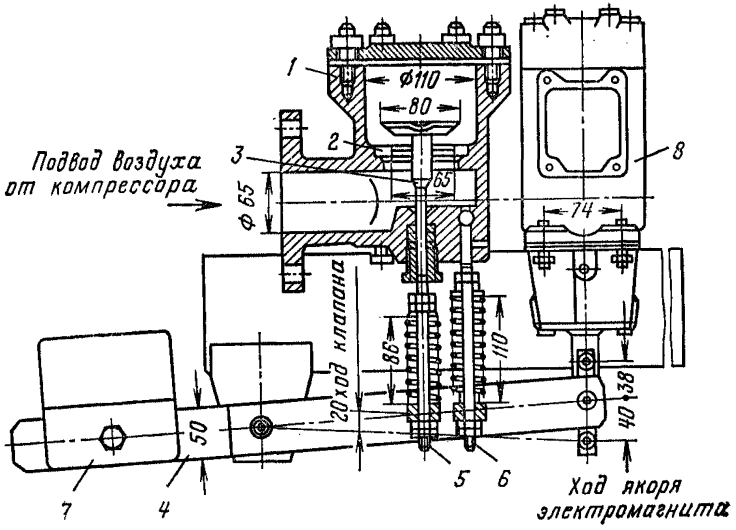



**Рис. 3.39. Запорно-разгрузочный клапан:**
*1* — корпус; *2* — седло; *3* — запорный клапан; *4* — рычаг; *5* — привод клапана; *6* — разгрузочный золотник; *7* — контргруз; *8* — электромагнит

При ревизии запорно-разгрузочного клапана необходимо проверить:

правильность подключения его к трубопроводу;

ход клапана, который должен быть не менее 20 мм и регулируется изменением первоначального зажатия пружины на штоке клапана или изменением положения электромагнита *8*;

плотность прилегания клапана к седлу при включенном электромагните, если утечки воздуха через клапан значительны, то все запорно-разгрузочное устройство должно быть разобрано и тщательно осмотрено; при наличии раковин или борозд на рабочей поверхности клапана или седла необходимо их совместно притереть;

работу разгрузочного золотника *6*; при верхнем положении золотник должен не менее чем на 10 мм перекрывать отверстие выпуска воздуха из клапана; регулировку положения разгрузочного золотника производят изменением первоначального зажатия пружины его привода;

работу приводного электромагнита; сердечник электромагнита вместе с рычагом *4* и клапаном *3* должен четко опускаться и подниматься в самые крайние положения; для облегчения работы электромагнита в системе имеется контргруз *7*, массу и положение которого выбирают из условия равновесия приводного рычага при выключенном электромагните;

8) температурное реле (при наличии), контролирующее температуру воздуха на выходе компрессора, отрегулировать реле на срабатывание при температуре 120 ± 5 °С. Для регулировки корпус реле поместить в масляную ванну. Про-

гревая ванну, довести температуру до заданного уровня, контролируемого термометром. Расстопорить регулировочный винт и отрегулировать реле на срабатывание. Срабатывание реле контролировать омметром. Проверить срабатывание реле не менее 3 раз, охлаждая и нагревая масляную ванну. После регулировки застопорить регулировочный винт.

## 3.8. ГРУЗОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД ТОРМОЗА

Грузопневматический привод тормоза применяют на всех крупных барабанных подъемных машинах НКМЗ с диаметром барабана 4,0 м и более.

### 3.8.1. Устройство и принцип действия

#### 3.8.1.1. Грузопневматический привод тормоза немодернизированных подъемных машин НКМЗ (рис. 3.40)

Дифференциальные рычаги *20* и *23* приводов тормоза соединяются с исполнительными органами тормоза одного из типов, приведенных на рис. 3.6, 3.7 или 3.8.

Источником усилия для рабочего торможения является давление сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры рабочего торможения ЦРТ *19* и *22*. Предохранительное торможение двухступенчатое. Первая ступень осуществляется подачей сжатого воздуха в ЦРТ под давлением определенной фиксированной величины. Источником усилия второй ступени являются тормозные грузы *18* и *27*, опускающиеся при выпуске сжатого воздуха из цилиндров предохранительного торможения ЦПТ *21* и *26*.

На схеме тормозная система условно показана в положении «Отторможено». При рабочем торможении машинист поворачивает рукоятку *29* по часовой стрелке и через тягу *31* поворачивает дифференциальный рычаг *36* вокруг нижнего шарнира, удерживаемого в неподвижном состоянии электромагнитом *30* при помощи рычага *33* и сдвоенной тяги *34*. При этом средний шарнир дифференциального рычага перемещается влево и соединенный с ним тягой *37* рычаг регулятора давления *14* устанавливает золотник последнего на впуск сжатого воздуха в ЦРТ. Величина давления воздуха в ЦРТ будет тем большей, чем на больший угол повернуть рукоятку рабочего торможения *29*.

Предохранительное торможение может включаться двумя способами. Первый способ — при размыкании цепи защиты отключается электромагниты *30* и *44*. Сердечник электромагнита *30* вместе с дополнительным грузом опускается и поворачивает по часовой стрелке рычаг *33*, который через сдвоенную тягу *34*, воздействует на нижний шарнир дифференциального рычага *36*. Последний поворачивается вокруг верхнего неподвижного шарнира и через тягу *37* и рычаг регулятора давления перемещает золотник последнего на впуск воздуха в ЦРТ. Таким образом создается первая ступень торможения. Величина давления первой ступени зависит от хода якоря электромагнита, который ограничивается упором ролика *35* в кулису рычага *32*. Если перед отключением электромагнита машинист подтормаживал машину рабочим тормозом, то зазор между роликом и кулисой окажется меньше, чем при отторможенной машине. Благодаря этому давление первой ступени почти не зависит от положения рукоятки *29*, если давление воздуха в ЦРТ, создаваемое машинистом при рабочем торможении, ниже давления первой ступени. Сердечник электромагнита *44* вместе с дополнительным грузом опускается, поворачивая против часовой стрелки рычаг *42*. Рычаг *40* тягой *41* также поворачивается против часовой стрелки и переставляет золотник крана предохранительного торможения *11* на выпуск воздуха из ЦПТ. Таким образом создается вторая ступень торможения. При этом контакты блокировочного выключателя *46* в цепи защиты размыкаются, благодаря чему не происходит самопроизвольное включение контактора предохранительного торможения после замыкания прочих контактов в его цепи.

При втором способе предохранительное торможение включается машинистом, который поворачивает рукоятку предохранительного торможения *38* по

часовой стрелке. При этом рычаги *40* и *42* поворачиваются против часовой стрелки, размыкаются контакты выключателя *46*, электромагниты *30* и *44* отключаются. Дальше все происходит как и при первом способе включения предохранительного

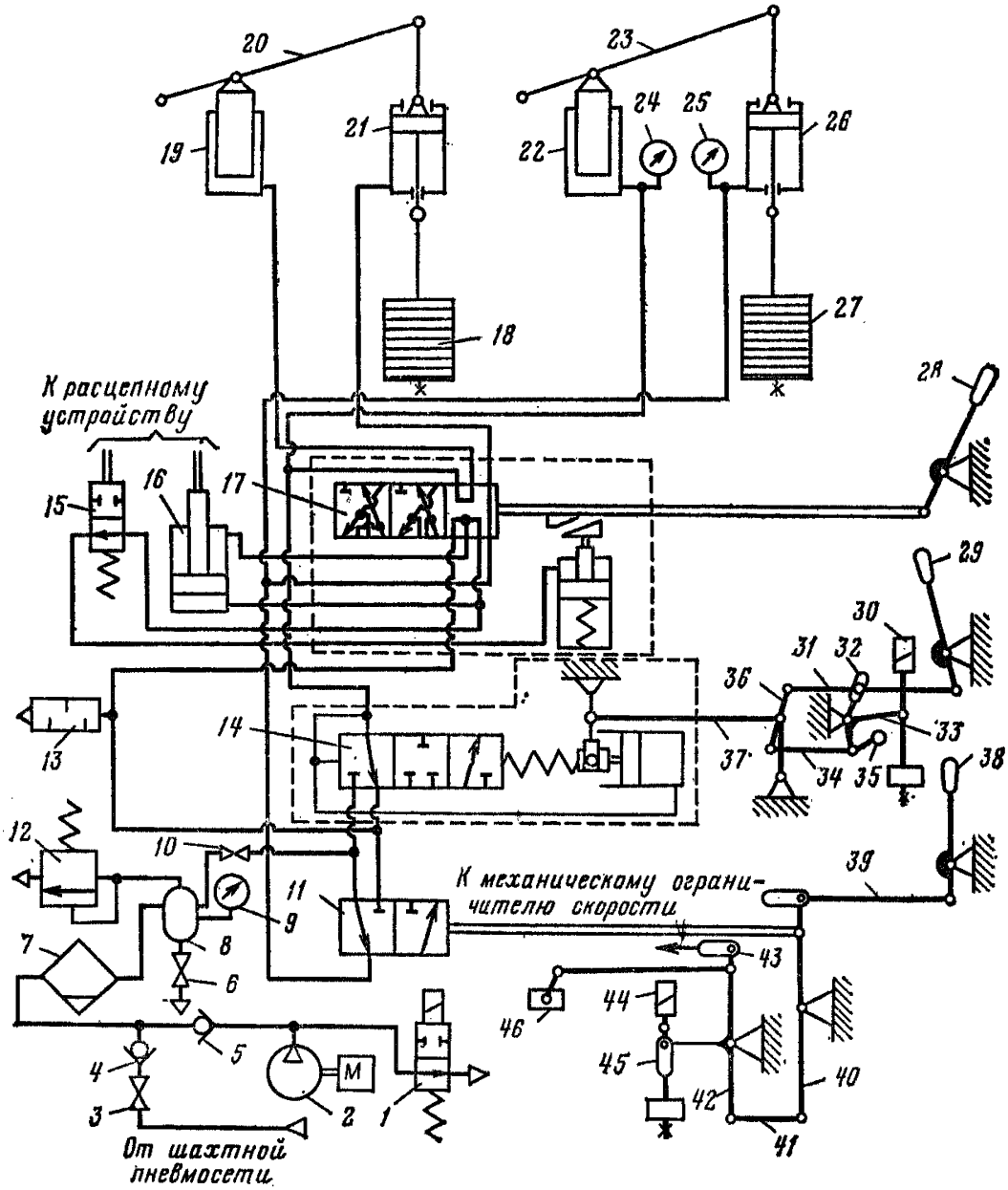



**Рис. 3.40. Грузопневматический привод тормоза немодернизированных подъемных машин НКМЗ:**

*1* — электровентиль; *2* — компрессор; *3*, *6*, *10* — вентили; *4*, *5* — обратные клапаны; *7* — водомаслоотделитель; *8* — воздухосборник; *9*, *24*, *25* — манометры; *11* — кран предохранительного торможения; *12* — предохранительный клапан; *13* — глушитель; *14* — регулятор давления; *15* — блокировочный клапан механизма перестановки; *16* — цилиндр механизма перестановки; *17* — кран механизма перестановки; *18*, *27* — тормозные грузы; *19*, *22* — цилиндры рабочего торможения; *20*, *23*, *36* — дифференциальные рычаги; *21*, *26* — цилиндры предохранительного торможения; *28* — рукоятка механизма перестановки; *29* — рукоятка рабочего торможения; *30*, *44* — электромагниты; *31*, *34*, *37*, *39*, *41*, *43*, *45* — тяги; *32*, *33*, *42* — рычаги; *35* — ролик; *38* — рукоятка предохранительного торможения; *40* — приводной рычаг крана предохранительного торможения; *46* — блокировочный выключатель предохранительного торможения

торможении. В случае какой-либо неисправности (не разомкнулись контакты выключателя *46*, не отключился контактор предохранительного торможения и т. п.) машинист имеет возможность переставить золотник крана предохранительного

торможения на выпуск воздуха из ЦПТ независимо от положения якоря магнита *44*. При этом предохранительное торможение произойдет без первой ступени. Независимость друг от друга обоих способов включения предохранительного торможения обеспечивается наличием длинных прорезей в тягах *39* и *45*.

Схемой тормоза предусмотрен третий способ включения предохранительного торможения — от механического ограничителя скорости. При срабатывании последнего тяга *43* перемещается влево, поворачивая рычаги *42* и *40* против часовой стрелки. При этом контакты выключателя *46* размыкаются и дальше все происходит, как и при остальных способах.

Находящиеся в эксплуатации механические ограничители скорости, как правило, изношены. Поэтому механические ограничители скорости, имеющие износ и не подлежащие восстановлению, рекомендуется демонтировать. Вместо демонтированной тяги *43* у конца рычага *42* необходимо установить упор, ограничивающий ход золотника крана *11*.

Действие предохранительного торможения может быть прекращено только с помощью рукояток управления. Для этого рукоятку *29* установить в крайнее положение «Заторможено». При первой половине хода рукоятки ролик *35*, обкатываясь по кулисе рычага *32*, перемещает вправо тягу *34* и нижний шарнир рычага *36*. Поэтому, хотя верхний шарнир этого рычага и перемещается влево тягой *31*, тяга *37* остается почти неподвижной, а давление воздуха в ЦРТ практически не изменяется. Одновременно рычаг *32* поворачивается против часовой стрелки, якорь электромагнита *30* поднимается. Кулиса рычага *32* спрофилирована так, что, начиная примерно с середины хода рукоятки *29*, когда якорь электромагнита поднят почти в крайнее верхнее положение, дальнейшее перемещение ролика *35* вправо прекращается. Тогда тяга *37* перемещается влево, а давление воздуха в ЦРТ повышается до максимальной величины, чем обеспечивается поднятие тормозных грузов. Затем перемещают рукоятку *38* против часовой стрелки до отказа (в положение «Зарядка»). Золотник крана *11* переставляется на впуск сжатого воздуха в ЦПТ. Одновременно якорь электромагнита *44* поднимается и замыкаются контакты блокировочного выключателя *46*. Если прочие контакты в цепи защиты замкнуты, контактор предохранительного торможения включится и электромагниты *30* и *44* получат питание. После включения электромагнитов рукоятку *38* необходимо перевести в среднее положение, изображенное на рис. 3.40.

Между рукоятками управления имеется механическая блокировка, не позволяющая установить рукоятку *38* в положение «Зарядка», если рукоятка *29* не поставлена в крайнее положение «Заторможено».

Цилиндры рабочего и предохранительного торможения, воздействующие на исполнительный орган тормоза переставного барабана, связаны с соответствующими аппаратами управления через кран механизма перестановки *17*.

Когда золотниковый распределитель крана *17* находится в положении, соответствующем соединенным барабанам (см. рис. 3.40), ЦРТ переставного барабана связан с регулятором давления, а ЦПТ — с краном *11*. При выключении или включении расцепного устройства в ЦРТ поступает сжатый воздух от крана *11*, а ЦПТ соединяется с глушителем *13*. Переставной барабан при этом надежно затормаживается.

Питание тормозной системы сжатым воздухом осуществляется аналогично пружинно-пневматическому приводу тормоза.

Схема тормоза однобарабанных машин с неразрезным барабаном отличается от описанной отсутствием крана *17*, цилиндра *16* и блокировочного клапана *15*, а машин типа ШТ-7,2 и некоторых выпусков машин 1×6×3 — еще и наличием только одного тормозного привода. У машин ШТ-7,2 привод тормоза применяется в сочетании с исполнительным органом тормоза, кинематическая схема которого приведена на рис. 3.2, *в*.

### 3.8.1.2. Грузопневматический привод тормоза модернизированных подъемных машин НКМЗ (рис. 3.41)

Цилиндры предохранительного торможения ЦПТ *22* и *28* управляются с помощью воздухораспределительных клапанов *31* и *32*. Управление воздухораспределительными клапанами осуществляется электропневматическими вентилями

типа ВВ-32Ш. Устройство воздухораспределительного клапана и электропневматического вентиля описано в 4.3.11.

Клапан *32* управляет ЦПТ переставного (переставной части) барабана, а клапан *31* — ЦПТ заклиненного (заклиненной части) барабана.

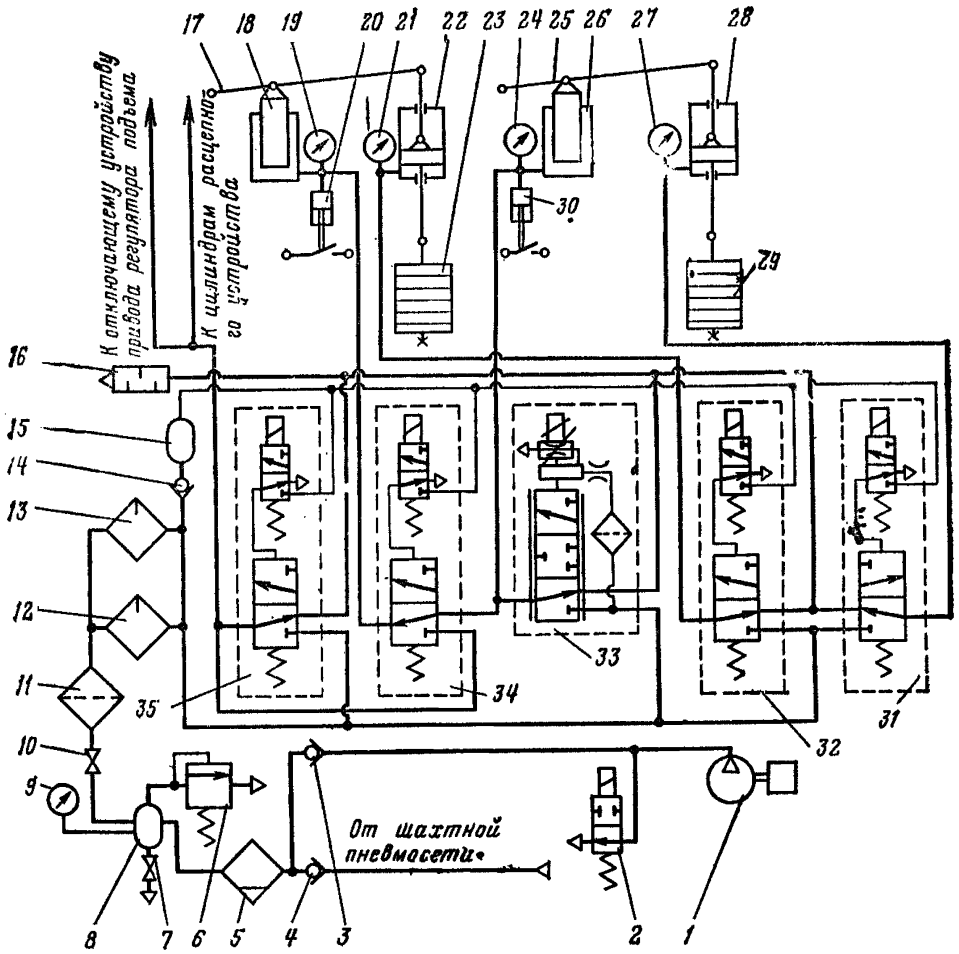



**Рис. 3.41. Грузопневматический привод тормоза модернизированных подъемных машин НКМЗ:**

*1* — компрессор; *2* — электровентиль; *3, 4, 14* — обратные клапаны; *5* — водомаслоотделитель; *6* — предохранительный клапан; *7, 10* — вентили; *8* — воздухосборник; *9, 19, 21, 24, 27* — манометры; *11* — фильтр; *12, 13* — маслораспылители; *15* — баллон; *16* — глушитель; *17, 25* — дифференциальные рычаги; *18, 26* — цилиндры рабочего торможения; *20, 30* — реле давления; *22, 28* — цилиндры предохранительного торможения; *23, 29* — тормозные грузы; *31, 32, 34, 35* — воздухораспределительные клапаны с электровентилями; *33* — регулятор давления

Управление рабочим торможением осуществляется с помощью электропневматического регулятора давления РДБВ или РДУ-1. Воздух от регулятора давления *33* подается непосредственно в цилиндр рабочего торможения ЦРТ *26* привода заклиненного барабана, а в цилиндр *18* привода переставного (переставной части) барабана — через воздухораспределительный клапан *34*. При работе машины по спуску или подъему груза клапан *34* отключен, благодаря чему цилиндр *18* соединен с регулятором давления.

Расцепное устройство механизма перестановки барабанов управляется клапаном *35*. При расцеплении барабанов включаются клапаны *34* и *35*, отключается клапан *32*. При этом в пневматической схеме управления происходят следующие переключения. Сжатый воздух из воздухосборника через клапан *35* подается в цилиндры механизма перестановки. Одновременно через клапаны *35* и *34* воздух подается в цилиндр *18*, который клапаном *34* отключается от регулятора давления. Из цилиндра *22* воздух выпускается в атмосферу клапаном *32*. Благодаря этому переставной барабан оказывается надежно заторможенным, а привод тормоза заклиненного барабана управляется, как и при работе машины с соединенными барабанами. Реле давления *20* и *30* предназначены для контроля давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения.

## 3.8.2. Ревизия и наладка тормозов с грузопневматическим приводом

### 3.8.2.1. Привод тормоза

При внешнем осмотре привода тормоза необходимо проверить:

1) состояние рамы *13* привода (рис. 3.42), ее крепление к фундаменту. Обнаруженные в раме трещины заварить. Рама должна быть надежно закреплена на балках *1*, концы балок должны быть забетонированы. В фундаменте под рамой привода не должно быть трещин. Обнаруженные дефекты фундамента устранить;

2) правильность установки рамы по горизонтали и относительно исполнительного органа тормоза. Основными признаками неправильной установки привода являются:

поперечные перемещения дифференциального рычага *3* при затормаживании и оттормаживании машины рабочим или предохранительным тормозом;

клиновидность зазоров в вертикальной плоскости в шарнирном соединении дифференциального рычага *3* с вертикальной тягой исполнительного органа тормоза, которая может быть обнаружена при проверке зазоров щупами по окружности шарнира. При выемке шарнирного валика может быть обнаружена несоосность расточки отверстий под валик в рычаге *3* и вертикальной тяге, если отверстия не успели притереться по валику в процессе эксплуатации.

При обнаружении признаков неправильной установки привода необходимо переместить его соответствующим образом по балкам *1* и отгоризонтировать по уровню с помощью прокладок между рамой *13* и балками *1*. Прокладки приварить к балкам;

3) состояние цилиндра рабочего торможения. Без особой необходимости разборку цилиндра производить не следует. Достаточно ограничиться его внешним осмотром, для чего увеличить зазор между тормозными колодками и ободом так, чтобы выход поршня над верхним прижимным кольцом уплотнения цилиндра *2* при рабочем торможении был около 200 мм. Выключатель износа колодок временно демонтировать. Осмотреть поверхность поршня, на которой не должно быть рисок, раковин, ржавчины и других дефектов. Мелкие дефекты устранить зачисткой напильником или мелкой наждачной шкуркой. Проверить отсутствие трещин в корпусе, поршне и прижимном кольце уплотнения. Дефектные детали отремонтировать или заменить. При наличии утечек воздуха сменить или подтянуть уплотнение. Подтягивать уплотнение следует не чрезмерно туго, чтобы поршень мог свободно опускаться под собственным весом при оттормаживании. Проверить состояние пресс-масленок и закачать смазку в цилиндр. Произвести продувку цилиндра через пробку в днище корпуса. По окончании осмотра вновь установить рабочий зазор между тормозными колодками и ободом и установить выключатель износа колодок;

4) состояние шарниров. При зазорах в шарнирах, больше допустимых (см. табл. 3.5), произвести их ремонт с заменой валиков и расточкой отверстий, если обнаружится овальность отверстий. Проверить подачу смазки в шарнирные соединения. Неисправные масленки заменить. Если смазка не продавливается, прочистить смазочные каналы и промыть их жидкой смазкой. Проверить наличие всех стопорящих деталей (шайбы, шплинты, винты) и установить недостающие детали;

5) состояние тормозных грузов и их подвески. Гайка под тормозными грузами должна быть зафиксирована от самоотвинчивания контргайкой, которая в свою очередь должна быть зашплинтована. Тормозные грузы должны состоять из стандартных плит. Масса стандартной плиты 100 кг. Укладка плит должна быть выполнена так, чтобы исключалась возможность выпадания отдельных плит. Количество плит должно соответствовать расчету (см. 3.23). Для исключения

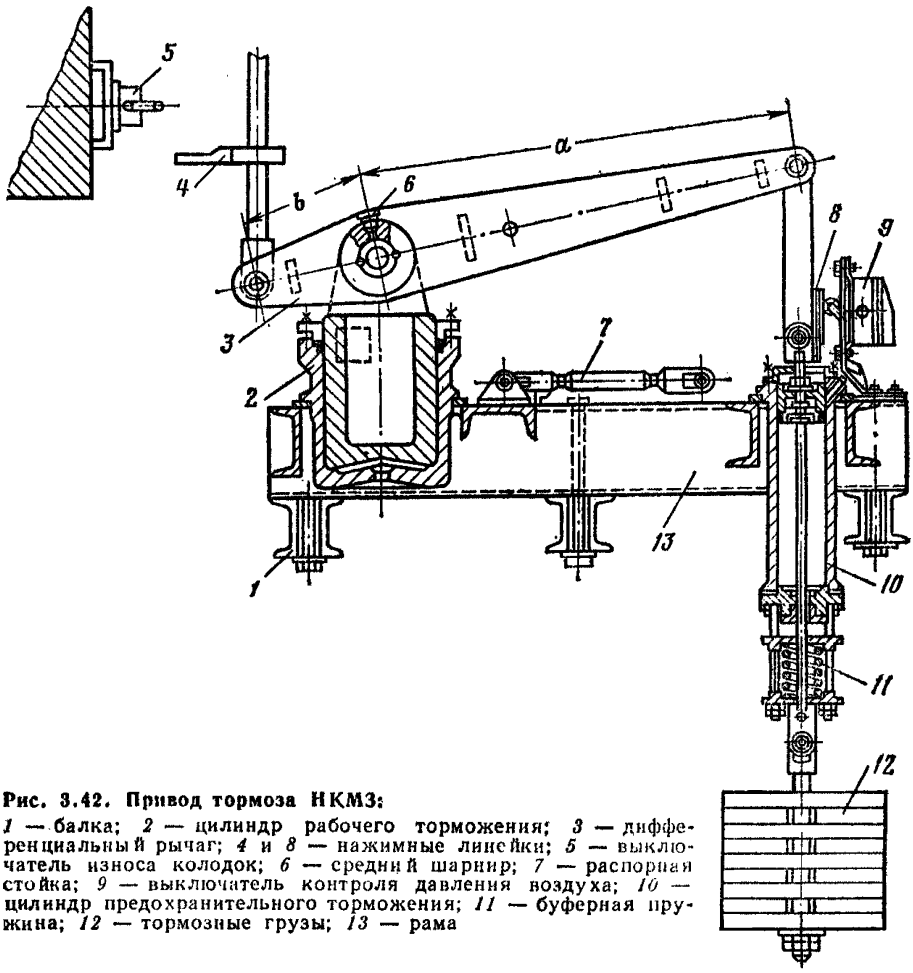



**Рис. 3.42. Привод тормоза НКМЗ:**
*1* — балка; *2* — цилиндр рабочего торможения; *3* — дифференциальный рычаг; *4* и *8* — нажимные линейки; *5* — выключатель износа колодок; *6* — средний шарнир; *7* — распорная стойка; *9* — выключатель контроля давления воздуха; *10* — цилиндр предохранительного торможения; *11* — буферная пружина; *12* — тормозные грузы; *13* — рама

подпрыгивания тормозного груза при его поднятии рекомендуется установить распорки между верхней плитой и шарнирной головкой подвески груза, распорки скрепить между собой. Шарнирная головка должна быть зафиксирована относительно тяги штифтом или стопорным болтом, а на головке и тяге необходимо нанести масляной краской совмещенную метку для контроля о возможном вывинчивании тяги из головки;

6) состояние приямка под тормозными грузами. Расстояние между тормозными грузами и дном приямка при крайнем конструктивно возможном положении грузов должно быть не менее 300 мм. В приямке не должно быть масла, воды, посторонних предметов. Тормозной груз при опускании не должен задевать стены фундамента и приямка, а расстояние от груза до стенок должно быть не менее 25 мм. При обшивке стен металлическим листом или облицовочной плитой это расстояние может быть уменьшено до 10 мм;

7) величины хода поршней цилиндров *2* и *10* при предельно допустимом суммарном зазоре между тормозными колодками и ободом. Величины хода поршней

и запас хода поршня цилиндра *10* до упора в нижнюю крышку должны быть в пределах, приведенных в 3.3.5.1;

8) состояние блокировочных выключателей согласно 4.3.9. Отрегулировать выключатель износа колодок и воздействующий на него нажим согласно 3.3.5.1. Если имеется выключатель, подающий предупредительный сигнал об износе колодок, то он должен срабатывать при величине хода поршня цилиндра *2* на 5—10 мм меньше, чем при срабатывании основного выключателя. Выключатель *9* и воздействующий на него нажим должны быть отрегулированы так, чтобы контакты выключателя замыкались при крайнем верхнем положении грузов *12*. В то же время эти контакты не должны размыкаться при небольшом опускании грузов, вызванном разжатием пружины *11* при минимальном давлении воздуха, установленном в воздухосборнике, и отторможенной машине;

9) состояние буферной пружины *11*. Размеры и жесткость пружины должны соответствовать заводским данным. Нестандартные или поврежденные пружины заменить. Поднятие тормозных грузов не должно сопровождаться ударом поршня в верхнюю крышку цилиндра *10*. При обнаружении ударов необходимо опустить пружину, изготовив для этой цели новые удлиненные направляющие.

Цилиндр предохранительного торможения *10* подлежит детальной ревизии с разборкой. Цилиндр разобрать в следующей последовательности:

разгрузить подъемные сосуды и установить их в положение, при котором снимается окружное усилие с органа навивки, зафиксировать орган навивки стопором, если подъемные сосуды не установлены на посадочные устройства;

зафикисировать тормозные грузы подкладками или специальными подвесками в положении на 100—150 мм ниже их нормального верхнего положения

полностью выпустить воздух из тормозной системы;

распорную стойку *7* соединить валиком с дифференциальным рычагом *3*;

демонтировать выключатель *9*;

снять гайки, крепящие верхнюю крышку цилиндра, приподнять крышку и подвязать ее к рычагу *3*;

ослабить гайки, крепящие фланец уплотнения нижней крышки цилиндра;

пользуясь распорной стойкой *7*, снять нагрузку с шарнирных соединений штока цилиндра *10*, после чего демонтировать валик нижнего шарнира;

распорной стойкой поднять шток цилиндра на высоту, достаточную для свинчивания нижней серьги, после чего расстопорить и отвинтить эту серьгу;

демонтировать валик шарнира верхней серьги штока цилиндра *10*;

рассоединить распорную стойку *7* с рычагом *3*, поднять конец рычага *3*;

вынуть шток с поршнем их цилиндра;

снять поршень со штока (при необходимости).

При внутреннем осмотре цилиндра предохранительного торможения необходимо проверить:

1) состояние рабочих поверхностей цилиндра и поршня, очистить их от грязи и ржавчины и промыть в керосине. Рабочая поверхность цилиндра должна быть гладкой, ровной и не иметь царапин, борозд, раковин и других дефектов. При необходимости следует произвести внутреннюю шлифовку цилиндра с помощью войлочного круга;

2) состояние уплотнений поршня и нижней крышки цилиндра (сальниковой набивки или манжет), при необходимости заменить их;

3) состояние штока. Рабочая поверхность штока должна быть чистой, без царапин, ржавчины и других дефектов. Распространенным дефектом является утонение штока в месте соприкосновения его с уплотнением нижней крышки цилиндра вследствие износа. При износе на 0,4—0,5 мм по диаметру шток должен быть немедленно заменен. Кривизна штока недопустима, так как может привести к заклиниванию поршня. Искривленный шток должен быть подвергнут правке в центрах токарного станка. Резьба на концах штока должна быть исправной. Шаткость серег на резьбе не допускается. Серьги должны быть застопорены штифтами или стопорными болтами, а на серьгах и штоке необходимо нанести масляной краской совмещенную метку для контроля о возможном свинчивании серег;

4) состояние масленок и каналов для подачи густой смазки. Неисправные масленки заменить, каналы прочистить.

Перед сборкой цилиндра смазать солидолом внутреннюю поверхность корпуса и шток. Сборку цилиндра произвести в обратной последовательности.

После сборки цилиндра и подачи в него сжатого воздуха необходимо проверить:

1) отсутствие утечек воздуха. При необходимости подтянуть уплотнения;

2) режим опускания тормозных грузов. Для проверки осуществить предохранительное торможение, исключив первую степень. Груз должен быстро опуститься, без заеданий. При неудовлетворительном режиме опускания груза ослабить затяжку уплотнений, но так, чтобы не вызвать появление утечек воздуха, устранить перекос (если он имеется) фланца уплотнения нижней крышки цилиндра. Если это не даст положительного результата, произвести повторную ревизию цилиндра с разборкой;

3) крепление верхней крышки цилиндра и отсутствие задевания серьгой краев окна в крышке.

### 3.8.2.2. Устройства управления рабочим торможением с регулятором давления ШРД-1

Регулятор давления ШРД-1 (рис. 3.43) предназначен для регулирования давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения. Изображенное на рисунке положение подвижных частей регулятора соответствует промежуточной величине давления, установленной в цилиндрах. Золотник *5* находится в исходном положении, при котором рабочий цилиндр разобщен с воздухосборником и атмосферой. Давление воздуха в передней и задней полостях регулятора, соединенных между собой обводной трубкой *20*, а с полостью рабочих цилиндров — каналом в золотнике, одинаковое с давлением в цилиндрах. Пружина *9*, воспринимающая давление воздуха на торцовую поверхность золотника, сжата на некоторую величину. Усилие сжатой пружины уравновешивается давлением воздуха на поршень с манжетой и не передается на рукоятку управления рабочим тормозом.

Для увеличения давления в цилиндрах рабочего торможения золотник через пружину *9*, поршень *16* и вилку *15* перемещается влево. При этом цилиндры сообщаются с воздухосборником и давление воздуха в них увеличивается. Одновременно повышается давление воздуха в передней и задней полостях регулятора давления. Золотник под действием повышающегося давления на его торцовую поверхность перемещается в исходное положение, производя дополнительное сжатие пружины. С увеличением угла поворота валика *14* с вилкой *15* увеличивается давление воздуха в цилиндрах рабочего торможения.

Для уменьшения давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения золотник перемещается вправо.

При ревизии регулятора давления его следует разобрать (при разборке не рекомендуется снимать крышку *1*), тщательно промыть все детали в керосине и проверить:

1) плавность перемещения золотника *5* во втулке *4* и состояние их рабочих поверхностей. Слишком плотная посадка золотника во втулке вызывает неплавное нарастание давления со ступенями 0,05—0,15 МПа. В таких случаях необходимо произвести притирку золотника в заводских условиях. Слишком слабая посадка может быть причиной больших утечек воздуха. Рабочие поверхности золотника и втулки должны быть гладкими, без царапин и других дефектов. Смазанный золотник должен свободно и плавно под действием собственного веса опуститься вниз при вертикальном положении втулки;

2) состояние направляющего штока *6* регулятора. Изогнутый шток вызывает трение о края отверстий опорной тарелки *8* и пяты *7*. Необходимо произвести проверку и правку штока на токарном станке;

3) состояние пружины. Косые или деформированные опорные витки пружины *9* могут вызвать трение последней о стакан *10* или о внутреннюю поверхность корпуса. Такая пружина должна быть заменена. Неправильная затяжка пружины значительно ухудшает работу регулятора давления. Нормальная длина пружины 139—141 мм. При затяжке пружины уменьшить длину ее можно не более чем на 1—2 мм.

4) наличие шплинтовки в соединении штока *6* с валиком *12*;

5) состояние шпоночного соединения приводного валика *14* с вилкой *15*. Наличие шаткости в этом соединении не допускается;

6) посадку приводного валика *14* во втулках. Валик должен свободно вращаться во втулках, но не иметь шаткости.

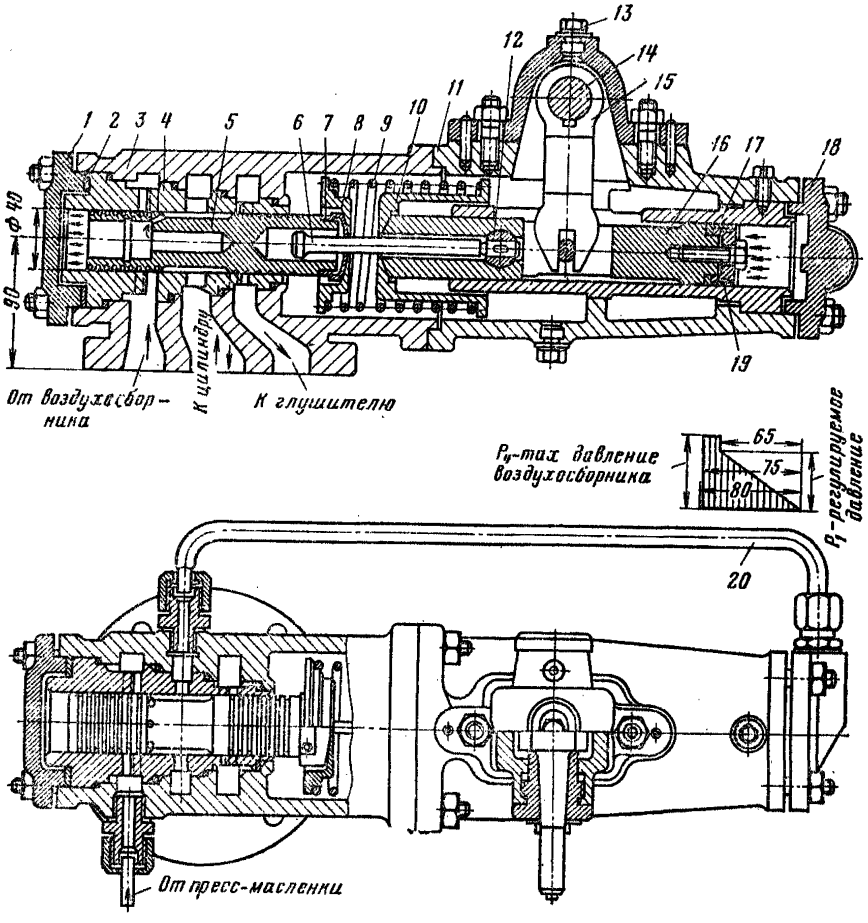



**Рис. 3.43. Регулятор давления ШРД-1:**

*1* и *18* — крышки; *2* — прокладка; *3* — корпус левой части; *4* — втулка; *5* — золотник; *6* — шток; *7* — пята; *8* — тарелка опорная; *9* — пружина; *10* — стакан; *11* — корпус правой части; *12* — валик; *13* — пробка; *14* — валик приводной; *15* — вилка; *16* — поршень; *17* — втулка поршневая; *19* — манжета; *20* — обводная трубка

После сборки регулятора давления, установки его на площадке управления и соединения приводного рычага с тягой необходимо проверить:

1) работу регулятора давления, рукоятку управления рабочим тормозом медленно переместить из крайнего положения «Оторможено» в крайнее положение «Заторможено» и проверить давление воздуха в цилиндрах по манометру. Давление воздуха при этом должно плавно возрастать со ступенями не более 0,03 МПа. Такую же проверку произвести при обратном перемещении рукоятки. Число устойчивых ступеней давления, создаваемых регулятором в диапазоне регулирования от 0 до 0,4 МПа, должно быть не менее 15;

2) отсутствие утечек воздуха в регуляторе давления. Для этого рукоятку управления установить в положение, соответствующее давлению в цилиндрах рабочего торможения 0,2—0,3 МПа (2—3 кгс/см$^2$), и произвести наблюдение за показаниями манометра. Неподвижность стрелки манометра свидетельствует об отсутствии утечек. Если стрелка совершает медленные колебательные движения, причем быстро движется в сторону возрастания давления и медленно — в сторону снижения, это свидетельствует о наличии утечек между полостями регулятора, связанными с тормозными цилиндрами и атмосферой. Если стрелка быстро движется в сторону снижения давления и медленно — в сторону возрастания, это свидетельствует о наличии натекания воздуха из камеры, связанной с воздухосборником, в камеру связанную с цилиндрами тормоза. Ориентировочным критерием для оценки величины утечек и натекания воздуха является период одного полного колебания стрелки манометра. Если период колебания более 6—8 с, утечки (натекания) считаются незначительными.

При оценке величины утечек воздуха описанным способом следует иметь в виду, что утечки могут быть внешними и внутренними. Внешние — это утечки через прокладку под фланец регулятора давления, через трубопровод к цилиндрам рабочего торможения или через уплотнение цилиндров. Внутренние утечки могут происходить как через зазор между золотником *5* и втулкой *4*, так и через прокладки между втулкой *17* и корпусом *3*. Для правильной оценки величины внутренних утечек и натеканий воздуха следует устранить внешние утечки. Лучше всего оценить величину утечек и натеканий воздуха, сравнивая работу двух регуляторов давления. В шахтных условиях можно устранить утечки между втулкой и корпусом заменой прокладок, однако следует помнить, что без необходимости при разборке регулятора снимать крышку и вынимать втулку не рекомендуется, так как малейший перекос при сборке ухудшит качество работы регулятора давления. Устранение утечек между золотником и втулкой производится совместной их заменой в заводских условиях;

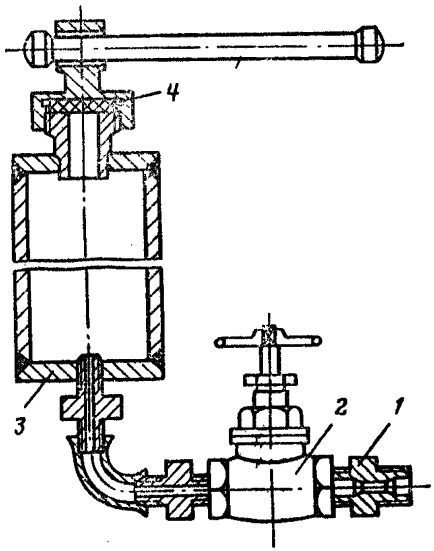


**Рис. 3.44. Масленка индивидуальной смазки регулятора давления**

3) отсутствие вибраций стрелки манометра и рычажной системы управления рабочим торможением при быстром перемещении рукоятки управления. Причиной вибрационного характера нарастания или снижения давления воздуха является несоответствие аэродинамических сопротивлений трубопровода между регулятором давления и цилиндрами рабочего торможения и отверстия в золотнике *5*. Для устранения этого явления необходимо заглушить отверстие в золотнике и просверлить новое диаметром 1—1,3 мм;

4) смазку регулятора давления. Регулятор давления необходимо смазывать индустриальным маслом И-12А.

Масло подается в регулятор давления от индивидуальной масленки (рис. 3.44) или от общей воздушной масленки, установленной на трубопроводе, отходящем от воздухосборника. В цилиндр *3* заливают масло примерно на 80 % его объема с тем, чтобы над поверхностью масла была воздушная подушка. Масло заливают через густую сетку при закрытом вентиле *2*. После заливки крышку *4* плотно закрутить (под крышкой должна быть уплотняющая прокладка) и открыть вентиль *2*. Поскольку штуцер *1* связан с полостью регулятора давления, к которой подведен трубопровод воздухосборника, то давление в цилиндре равно давлению

в воздухосборнике, если регулятором давления не производится впуск воздуха в тормозные цилиндры. При впуске воздуха в тормозные цилиндры давление воздуха в регуляторе несколько понижается и воздушная подушка под крышкой выдавливает масло в поток воздуха, смазывая регулятор давления и тормозные цилиндры. Подачу масла отрегулировать вентилем *2* или подбором диаметра отверстия в штуцере *1* из расчета, чтобы одной заправки масленки хватало на 1—2 дня работы. В воздушной масленке (рис. 3.45), устанавливаемой на общем трубопроводе, отходящем от воздухосборника, поток сжатого воздуха разветвляется в двух направлениях: через обратный клапан *6* и через отверстие *а*. При прохождении воздуха через малое отверстие *а* скорость его увеличивается, а давление — уменьшается. В разреженный участок из масленки поступает масло, которое, попадая в поток воздуха, распыляется. При помощи винта *1* можно регулировать подачу масла, а через стекло *2* — наблюдать за течением его.

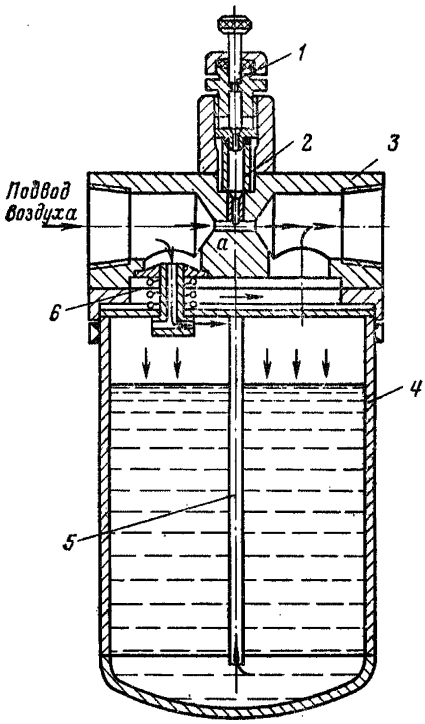



**Рис. 3.45. Воздушная масленка:**
*1* — винт; *2* — стекло; *3* — крышка; *4* — корпус; *5* — трубка; *6* — обратный клапан

При ревизии и наладке рычажной системы управления рабочим торможением необходимо проверить:

1) состояние деталей. Все детали рычажной системы должны свободно двигаться без заеданий; ход рукоятки рабочего тормоза должен быть легким. Рычаги, тяги и валы не должны иметь погнутостей и должны быть правильно выставлены относительно друг друга. Никаких натягов и перекосов в соединении деталей не должно быть. При тугом ходе рукоятки управления или зависании якоря электромагнита необходимо путем последовательного рассоединения тяг определить место заедания. Зазоры в шарнирных соединениях не должны превышать значений, указанных в табл. 3.5. Подшипники валиков необходимо закрепить на своих местах. Резьбовые соединения должны быть в исправном состоянии. Шпоночные соединения не должны иметь шаткости. Подшипники и шарнирные соединения должны быть смазаны солидолом. Особое внимание следует обратить на наличие всех шплинтов и контргаек. Негодные детали отремонтировать или заменить;

2) положение деталей системы при оттормаживании машины и отрегулировать их, для чего «зарядить» машину растормозить ее рукояткой рабочего тормоза (рис. 3.46, *а*). Удлинив тягу *1* или *6*, добиться, чтобы в тормозных цилиндрах было небольшое давление, отличное от нуля. Затем, укорачивая эту же тягу, сбросить давление до нуля. Убедиться, что поршни цилиндров рабочего торможения опустились в крайнее положение. Укоротить тягу еще примерно на 1/4 оборота и законтрогаить. Этим будет обеспечено надежное растормаживание машины и небольшой холостой ход рукоятки при затормаживании. Чрезмерное укорачивание тяги *1* или *6* приведет к увеличению холостого хода рукоятки и может наступить момент, когда при оттормаживании ограничение хода рукоятки произойдет не упором на дуге рукоятки, а упором поршня *16* регулятора давления (см. рис. 3.43) в крышку *18*. Попытка дальнейшего продвижения рукоятки вперед в этом случае приведет к возникновению в штоке электромагнита усилия, открывающего якорь электромагнита от магнитопровода через нижний конец рычага *3*

(см. рис. 3.46) и сдвоенную тягу 7, и сопровождающегося повышенным гудением электромагнита. Такое явление недопустимо;

3) величину давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения при установке рукоятки управления в положение «Заторможено» и отрегулировать ее. Величину давления принять из следующих соображений.

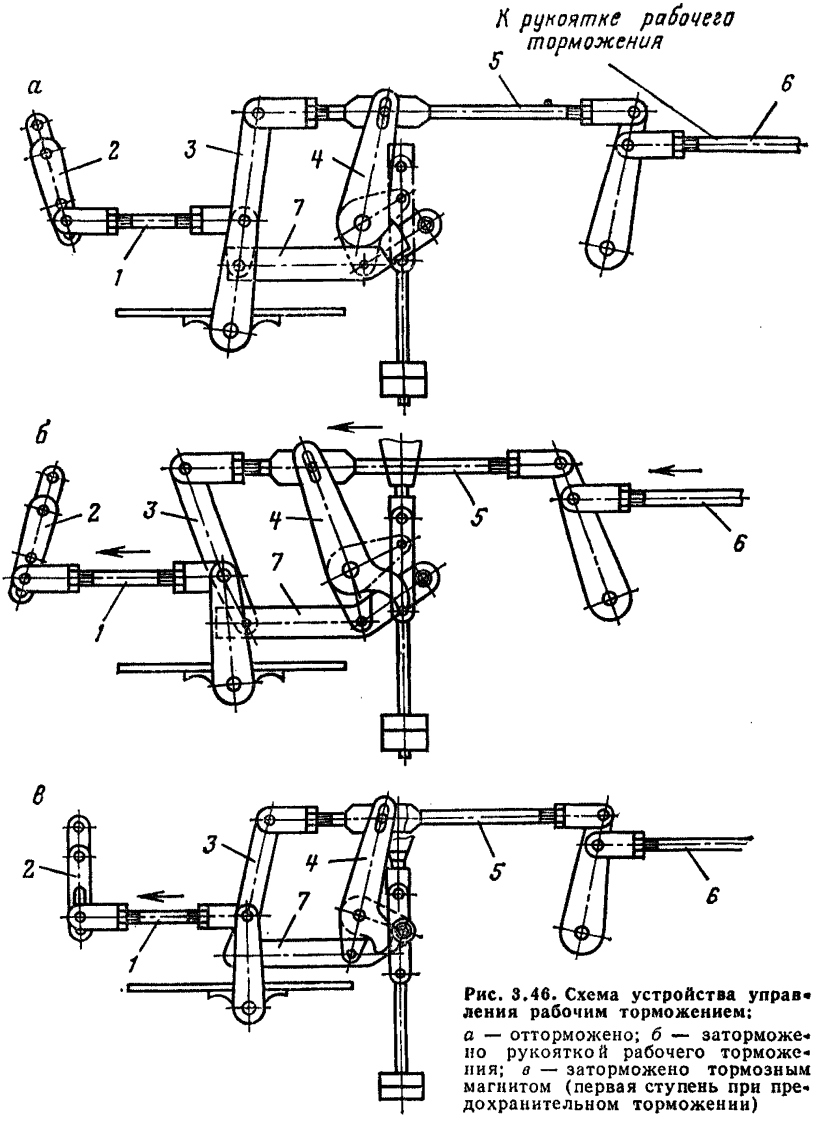



**Рис. 3.46. Схема устройства управления рабочим торможением:**
*а* — отторможено; *б* — заторможено рукояткой рабочего торможения; *в* — заторможено тормозным магнитом (первая ступень при предохранительном торможении)

При отсутствии необходимости двухступенчатого торможения (см. 3.2.2.1) величина давления должна быть такой, при которой момент $M_{тр}$, создаваемый рабочим тормозом и определенный по формуле (3.129), окажется равным или близким по величине моменту $M_т$, создаваемому тормозными грузами и определенному по формуле (3.116).

Устанавливать максимальное давление воздуха, равное давлению в воздухосборнике, при крайнем положении рукоятки «Заторможено» без надобности не рекомендуется, так как это может привести к чрезмерным замедлениям подъемных сосудов при рабочем торможении.

Для случаев, когда требуется двухступенчатое предохранительное торможение, желательно величину давления принять равной $P_1$, определенную по формуле (3.111). В то же время момент, создаваемый рабочим тормозом, должен обеспечивать коэффициент статической надежности тормоза при подъеме или спуске расчетного груза не менее 1,5 и для двухбарабанных машин обеспечивать надежное удержание заклиненного барабана при перестановке барабанов. Из последнего условия давление должно быть не менее величины $P'$, определенной по формуле (3.114) или (3.115) в зависимости от типа исполнительного органа тормоза.

Однако, поскольку величина давления первой ступени предохранительного торможения также должна быть равной $P_1$, а для регулятора ШРД-1 невозможно установить одинаковые величины давлений первой ступени и положения «Заторможено», то для положения «Заторможено» следует установить величину давления, максимально приближенную к $P_1$ (с соблюдением прочих условий) в пределах регулировочных возможностей рычажной системы управления рабочим торможением.

Регулировку максимального давления воздуха при рабочем торможении осуществить выбором соответствующего отверстия в рычаге *2* регулятора давления (см. рис. 3.46). Перенос валика на более низкое отверстие растягивает диапазон регулирования давления, а на более высокое отверстие (ближе к оси вращения рычага *2*) — сужает. После переноса валика на другое отверстие необходимо вновь отрегулировать систему;

4) величину давления воздуха первой ступени предохранительного торможения и при необходимости отрегулировать ее, для чего оттормозить машину и включить предохранительное торможение. Обратные действия, т. е. оттормаживание машины при включенном предохранительном торможении, не дадут достоверного результата в связи с гистерезисом регулятора давления.

Величина давления первой ступени при необходимости двухступенчатого торможения предварительно должна быть установлена равной или несколько меньше величины $P_1$, определенной по формуле (3.111).

При одноступенчатом предохранительном торможении величину давления первой ступени предохранительного торможения принять из условия создания тормозного момента, обеспечивающего коэффициент статической надежности тормоза в пределах от 1,5 до величины, требуемой ПТЭ. Ориентировочно это соответствует величинам давления: 0,17—0,25 МПа для машин с цилиндрическими барабанами и 0,23—0,3 МПа для машин с бицилиндроконическим барабаном. Окончательно величину давления первой ступени предохранительного торможения установить при испытании тормоза.

Величина давления первой ступени торможения определяется ходом якоря электромагнита, ограниченного упором ролика на конце сдвоенной тяги *7* в кулису рычага *4* (рис. 3.46, *в*). Регулировку величины давления первой ступени предохранительного торможения при отторможенной машине произвести изменением положения рычага *4* при неизменном положении рычага *2*.

Не меняя общей длины тяги *5*, навинчивая левую проушину и вывинчивая на одинаковое число оборотов правую, получим отклонение рычага *4* влево. Это даст уменьшение давления первой ступени. Этого же результата можно добиться, если увеличить длину тяги *6* и одновременно уменьшить длину тяги *1*. Обратные действия дадут увеличение давления первой ступени;

5) возможность поднятия тормозных грузов максимальным давлением воздуха в цилиндрах рабочего торможения, для чего оттормозить машину и включить предохранительное торможение. После полного опускания грузов переместить рукоятку рабочего торможения в положение «Заторможено». Величина давления воздуха должна стать равной или больше $P_0$, определенной по формуле (3.134), а тормозные грузы должны подняться.

Величина давления воздуха в тормозных цилиндрах в этом случае определяется суммарным воздействием рукоятки управления и тормозного электромагнита. Последнее зависит от величины зазора между роликом на конце сдвоенной

тяги *7* и кулисой рычага *4* в положении, изображенном на рис. 3.46, *б*. Если давление воздуха окажется недостаточным для поднятия тормозных грузов, а в воздухосборнике давление больше, чем в цилиндрах рабочего торможения, то добиться поднятия тормозных грузов можно, лишь увеличив давление первой ступени предохранительного торможения или максимальное давление воздуха при рабочем торможении.

Увеличение давления первой ступени предохранительного торможения возможно, если это не повлечет за собой увеличение замедлений при предохранительном торможении до величин, превышающих допустимые по ПТЭ. В других случаях обеспечить поднятие тормозных грузов следует увеличением максимального давления воздуха при рабочем торможении, либо обоими путями одновременно.

При предельной массе тормозных грузов или близкой к предельной для данного типоразмера привода тормоза может оказаться, что даже максимальное давление воздуха в цилиндрах рабочего торможения, равное нижнему пределу давления в воздухосборнике, недостаточно для поднятия тормозных грузов. В таких случаях следует вначале решить вопрос о возможности увеличения нижнего предела давления воздуха в воздухосборнике. Если такой возможности нет, то поднятие грузов можно осуществить лишь при одновременной подаче сжатого воздуха в цилиндры рабочего и предохранительного торможения, причем для смягчения ударов по буферным пружинам следует установить дроссельную шайбу в канале впуска воздуха в цилиндры предохранительного торможения. В дальнейшем рекомендуется в таких случаях заменить приводы тормоза на больший типоразмер.

Если при расчетном давлении воздуха $P_0$ (или несколько большем) тормозные грузы не поднимаются, следует найти и устранить причину. Такими причинами могут быть заедание шарниров, чрезмерная затяжка уплотнений, отклонение фактической массы тормозных грузов от расчетной в большую сторону и т. д.

Выше описаны основные способы регулировки рычажной системы управления рабочим торможением. Можно воспользоваться в случае необходимости также дополнительными способами, к которым относятся:

перенос переднего ограничителя хода рукоятки;

уменьшение или увеличение диаметра ролика на сдвоенной тяге *7*, либо снятие ролика;

ограничение хода якоря электромагнита установкой ограничителя непосредственно на шток электромагнита;

слесарная подгонка кулисы рычага *4*.

По окончании регулировки проверить запас резьбы тяг в соединительных вилках, которая должна составлять не менее диаметра резьбы. После этого зашплинтовать и зафиксировать контргайками все детали устройства управления рабочим торможением.

### 3.8.2.3. Устройства управления рабочим торможением с электропневматическими регуляторами давления

Модернизированные подъемные машины НКМЗ снабжают регуляторами давления РДБВ или РДУ-1.

Для частичной модернизации ранее выпускавшихся машин, но находящихся в эксплуатации, для обеспечения дистанционного и автоматизированного управления их тормозами применяют регуляторы давления РДБГ и РДУ-2. Возможна также установка на немодернизированных машинах регуляторов давления типов РДБВ и РДУ-1 со специальными переходниками.

На рис. 3.47 показана электрическая схема ручного управления регулятором давления РДБВ (РДБГ) с блоком БЭРД-1.

Питание схемы осуществляется от стабилизатора *СТН*.

Обмотка *ОУ1* ручного (дистанционного) управления регулятора через выпрямитель *ВГ2* подключается в две фазы вторичной обмотки бесконтактного сельсина-датчика командоаппарата. Первичная обмотка сельсина-датчика питается от трансформатора *Тр*.

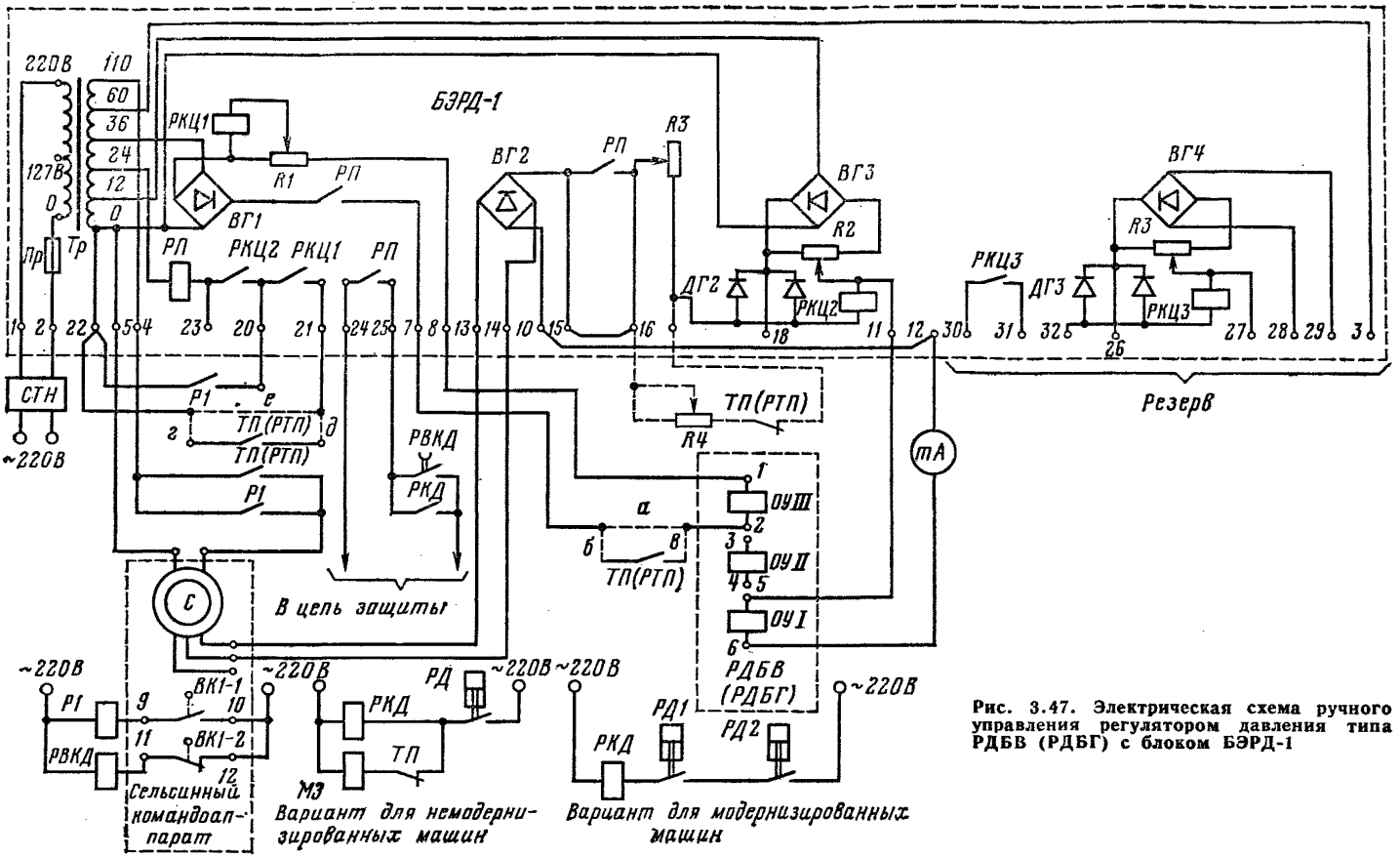



**Рис. 3.47. Электрическая схема ручного управления регулятором давления типа РДБВ (РДБГ) с блоком БЭРД-1**

Обмотка *ОУIII* электромагнита первой ступени питается от трансформатора *Тр* через выпрямитель *ВГ1*. Последовательно с этой обмоткой включены контакты промежуточного реле *РП*. Контакты *ТП* контактора (или реле *РТП*) предохранительного торможения могут быть включены в цепь катушки *РП* на зажимы *21*, *22* блока БЭРД-1 или в цепь обмотки *ОУIII*. В первом варианте необходимо установить перемычки *а*, *г* и *д*; во втором варианте — перемычки *б*, *в* и *е*.

Для контроля целостности цепей обмоток управления *ОУI* и *ОУIII* регулятора давления в схеме предусмотрены токовые реле *РКЦ1* и *РКЦ2* с шунтирующими резисторами *R1* и *R2*. Так как ток в обмотке *ОУI* изменяется в пределах от 25 до 300 мА, а ток включения реле равен 8—10 мА, то кроме шунтирующего резистора *R2* предусмотрено подпирающее напряжение, снимаемое с выпрямителя *ВГ3*, питаемого от обмотки 12 В трансформатора *Тр*. Подпирающее напряжение не позволяет току ответвляться в шунтирующий резистор *R2* до тех пор, пока ротор сельсина не окажется повернутым настолько, что выдаваемое им напряжение превысит подпирающее. При этом диоды *ДГ2* отопрутся и дальнейшее увеличение тока в обмотке управления будет происходить в основном за счет протекания тока через резистор *R2*.

При нарушении цепей обмоток управления *ОУI* или *ОУIII* соответственно отключаются реле *РКЦ2* или *РКЦ1*, отключая тем самым реле *РП*. Последнее размыкает свои контакты в цепи защиты, выведенные на зажимы *24*, *25* блока БЭРД-1, включая предохранительное торможение. При размыкании цепи защиты любым другим аппаратом, если рукоятка рабочего тормоза при этом не находится в крайнем положении «Заторможено» (разомкнуты контакты *ВК1-1* и отключено промежуточное реле *Р1*; в первом варианте реле *РП* обесточится контактами *ТП* (или *РТП*) и своими контактами отключит обмотку *ОУIII*, во втором варианте обмотка *ОУIII* отключится контактами *ТП* (или *РТП*), а реле *РП* — контактами *РКЦ1*.

Если при предохранительном торможении не отключить обмотку *ОУI* электромагнита рабочего торможения, то на величину давления первой ступени существенное влияние может оказывать наличие или отсутствие «дежурного» тока в этой обмотке, а также положение рукоятки рабочего торможения. Величина давления первой ступени при снятии напряжения с блока БЭРД-1 окажется меньше, чем при размыкании цепи защиты, не связанном со снятием напряжения. Для стабилизации давления первой ступени при предохранительном торможении размыкается цепь статора сельсина контактами *ТП* (или *РТП*), благодаря чему снимается напряжение с обмотки *ОУI*. При «зарядке» тормоза эти контакты шунтируются контактами реле *Р1* после установки рукоятки управления в крайнее положение «Заторможено». Предусматривать размыкание цепи обмотки *ОУI* со стороны ротора сельсина не рекомендуется, поскольку даже незначительное загрязнение контактов может привести к потере цепи при установке рукоятки в положение «Отторможено», когда с ротора сельсина снимается малое напряжение. Поэтому контакты *РП*, выведенные на зажимы *15*, *16* блока БЭРД-1, обычно не используются и шунтируются перемычкой.

После устранения причин, вызвавших предохранительное торможение, для восстановления цепей управления следует рукоятку командоаппарата перевести в положение «Заторможено», при котором замыкается контакт *ВК1-1* и включит реле *Р1*. Реле *Р1* своими контактами подаст напряжение на статор сельсина, после чего включится реле *РКЦ2*. Реле *РП* включится через замкнувшиеся контакты *РКЦ2* и *Р1* и замкнет свои контакты в цепи защиты и в цепи обмотки *ОУIII*, подготовив цепь защиты к «зарядке».

Реле контроля давления *РКД* и реле времени *РВКД* предназначены для контроля выполнения команды на затормаживание машины. Замыкающие контакты этих реле включены параллельно друг другу в цепь защиты. Для контроля давления в тормозных цилиндрах используют реле давления различных типов, которые подключаются: у немодернизированных машин — к цилиндру рабочего торможения заклиненного барабана, у модернизированных машин — к обоим цилиндрам рабочего торможения. Контакты реле давления *РД* у немодернизированной машины или *РД1* и *РД2* у модернизированной машины включены в цепь катушки *РКД*.

При отторможенной машине цепь защиты замкнута через контакты реле *РВКД*, катушка которого питается через замкнутые контакты *ВК1-2*. Так как давление в цилиндрах рабочего торможения отсутствует, контакты реле давления разомкнуты, якорь реле *РКД* отпущен и его контакты в цепи защиты разомкнуты.

При установке рукоятки управления в положение «Заторможено» контактами *ВК1-2* размыкается цепь катушки реле времени *РВКД*. При исправной системе управления рабочим торможением давление в цилиндрах рабочего торможения вырастет до заданной величины и контакты реле давления *РКД* замкнутся до отключения якоря реле *РВКД*.

В случае же неисправности регулятора давления или его электрических цепей, когда давление в тормозных цилиндрах не появляется совсем или это давление ниже заданной величины, или нарастает слишком медленно, после размыкания контактов *РВКД* включится предохранительное торможение.

В некоторых схемах встречается включение контактов *РКД* не в цепь защиты, а в цепь обмотки реле *РВКД* (шунтируют контакты *ВК1-2*). При таком выполнении схемы, если при заторможенной машине произойдет резкое снижение давления в тормозных цилиндрах, предохранительное торможение включится по истечении выдержки времени реле *РВКД*, в то время, как при выполнении схемы в соответствии с рис. 3.47 включение предохранительного торможения произойдет сразу после размыкания контактов *РКД*. Поэтому включение контактов *РКД* в цепь обмотки реле *РВКД* неправильно.

Регуляторы давления *РДУ-1* и *РДУ-2* комплектуются блоками типа БУТ. Электрическая схема ручного управления регулятором давления типа *РДУ-1* (*РДУ-2*) с блоком *БУТ* приведена на рис. 3.48.

Напряжение 60 В от трансформатора *Тр1* подается на статор сельсина через параллельные контакты *ТП* контактора (или реле *РТП*) предохранительного торможения и *Р3* промежуточного реле. Назначение этих контактов, как и в предыдущей схеме, — стабилизация давления первой ступени предохранительного торможения.

Напряжение, снимаемое с двух фаз обмотки синхронизации сельсина, подается на трансформатор *Тр2*, затем через выпрямитель *В2*, регулировочный резистор *R3*, реле *РКЦ* и миллиамперметр — на обмотку *КТР* регулятора давления. Реле *РКЦ*, предназначенное для контроля целостности цепи обмотки *КТР*, благодаря применению магнитоуправляемого контакта типа КЭМ-1, обладает высокой чувствительностью и нормально выполняет свою функцию во всех возможных диапазонах изменения тока в катушке *КТР*.

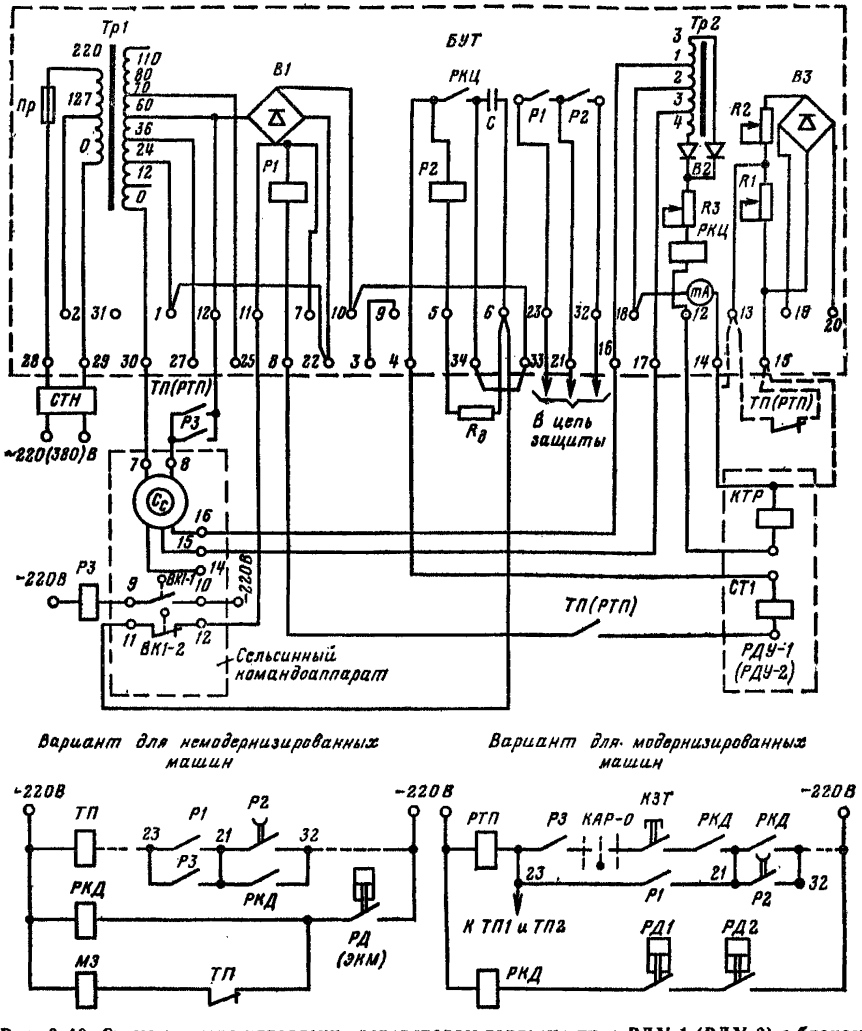
Обмотка управления первой ступени предохранительного торможения (*СТ1*) подключена к трансформатору *Тр1* через выпрямитель *В1*. Последовательно с этой обмоткой включены: катушка реле *Р1*, контакты *РКЦ* и контакты *ТП* или *РТП*. При обрыве цепи обмотки *КТР* или *СТ1* реле *Р1* отключится и своими контактами, выведенными на зажимы *21—23* блока БУТ, разомкнет цепь защиты.

При размыкании цепи защиты каким-либо другим аппаратом обмотка *СТ1* отключится контактами *ТП* или *РТП*.

Для «зарядки» тормоза необходимо рукоятку рабочего тормоза установить в положение «Заторможено». При этом замкнутся контакты *ВК1-1* и включится промежуточное реле *Р3*, служащее для размножения контактов. Контактами *Р3* подается напряжение на статор сельсина и в обмотке *КТР* появится ток максимальной величины. Реле *РКЦ* включится и замкнет свои контакты, но реле *Р1* остается обесточенным, поскольку разомкнуты контакты *ТП* или *РТП* в цепи обмотки *СТ1*. Контакты *Р1* в цепи защиты шунтируются: у немодернизированной машины — контактами реле *Р3*, у модернизированной машины — кнопкой *КЗТ* и другими контактами, включенными последовательно с этой кнопкой. При «зарядке» тормоза контактами *ТП* или *РТП* замыкается цепь обмотки *СТ1*, реле *Р1* включается и замыкает свои контакты в цепи защиты.

Элементы блока БУТ *В3*, *Р1* и *Р2* предназначены для управления электрогидравлическим регулятором давления (блок БУТ может быть применен взамен блока БУРН) и в схеме управления машин НКМЗ обычно не используются. Однако в случае необходимости резистор *R1* может быть использован в дополнение к резистору *R3* в цепи обмотки *КТР*, либо эти элементы могут использоваться для автоматического стопорения машины в конце цикла.

Защита, контролирующая выполнение команды на затормаживание, в схеме с блоком БУТ выполнена аналогично схеме с блоком БЭРД-1 с той разницей, что в качестве реле времени использовано реле *Р2*, шунтируемое конденсатором *С*. Поскольку катушка реле *Р2* на 24 В, а источник питания *В1* подключен к обмотке




*Вариант для немодернизированных машин*




*Вариант для модернизированных машин*




**Рис. 3.48. Схема ручного управления регулятором давления типа РДУ-1 (РДУ-2) с блоком БУТ**

36 В трансформатора *Тр1*, то последовательно с катушкой *Р2* должен быть включен добавочный резистор $R_g$ сопротивлением 160 Ом, мощностью не менее 2 Вт (например, МЛТ-2).

При применении электропневматического регулятора давления на машине выпуска до 1963 г. сельсинный командоаппарат должен быть установлен так, чтобы не нарушалась механическая блокировка между рукоятками управления рабочим и предохранительным торможением, предусмотренная заводской конструкцией

тормозной системы, если система управления предохранительным торможением остается неизменной.

Питание блоков БЭРД-1 и БУТ должно осуществляться от аппаратов, не отключающихся при снятии или значительном снижении напряжения. Это позволяет обеспечить регулятором давление в положении «Заторможено» полное давление в цилиндрах рабочего торможения при кратковременном падении или снятии напряжения и последующем его восстановлении.

При ревизии и наладке устройств управления рабочим торможением необходимо проверить:

1) состояние трубной разводки;

2) состояние аппаратов, входящих в комплект. Ревизия и наладка регулятора давления изложена в 4.3.10, а тормозного командоаппарата — в 4.3.7. Для остальных аппаратов проверить отсутствие механических повреждений. Входящие в схему реле проверить согласно 4.3.1.4.

3) смазку регулятора давления. Для смазки электропневматических регуляторов давления необходимо применять отфильтрованное индустриальное масло И-30А. На немодернизированных машинах применяют такие же масленки, как и для регуляторов ШРД-1;

На модернизированных машинах устанавливают такие же маслораспылители, как и в панелях тормоза с пружинно-пневматическим приводом тормоза. Ревизию и наладку маслораспылителя выполнить согласно 3.7.2.2;

4) правильность сборки электрической схемы и измерить сопротивление изоляции отдельных аппаратов и схемы в целом, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

5) омические сопротивления обмоток регулятора давления, которые не должны отличаться от данных, приведенных в его технической характеристике, более чем на ± 10 %;

6) максимальную величину давления воздуха в тормозных цилиндрах при рабочем торможении и выбрать ее из соображений, приведенных в 3.8.2.2. Снять характеристику регулятора давления при повышении и снижении тока, при максимальном и минимальном установленном давлении воздуха в воздухосборнике. По характеристике регулятора, снятой при возрастании тока при минимальном давлении воздуха в воздухосборнике, определить величину тока $I_{max}$, соответствующую выбранной величине давления.

По характеристике, снятой при снижении тока при максимальном давлении воздуха в воздухосборнике, определить величину тока, при которой давление в тормозных цилиндрах обращается в нуль. Проверить, полностью ли опускаются при этом поршни цилиндров рабочего торможения. Величину «дежурного» тока $I_{деж}$ в обмотке регулятора давления при установке рукоятки в положение «Отторможено» принять на 3—5 мА меньше величины тока, при которой давление обращается в нуль. Это обеспечит надежное оттормаживание машины и небольшой холостой ход рукоятки управления;

7) состояние сельсина и установку его статора. Расстопорить статор сельсина и установить его в такое положение, при котором отношение снимаемых с него напряжений при крайних положениях рукоятки «Заторможено» и «Отторможено» будет равно отношению токов $\frac{I_{max}}{I_{деж}}$. Иногда для этой цели следует уменьшить угол поворота ротора сельсина, изменив передаточное отношение от рукоятки к сельсину.

Для комплекта с блоком БЭРД-1 установить рукоятку в положение «Отторможено». Резистором *R3* (см. рис. 3.47) установить величину тока, равную примерно 0,8 $I_{деж}$. Резистором *R2* настроить реле *РКЦ2* на включение при этом токе. Поскольку резистор *R2* оказывает влияние на общую величину тока, настройку *РКЦ2* произвести совместной регулировкой резисторов *R3* и *R2*.

Резистором *R3* блока БЭРД-1 или *R3* (см. рис. 3.48) блока БУТ настроить выбранные величины тока $I_{max}$ и $I_{деж}$ при крайних положениях рукоятки «Заторможено» и «Отторможено». При этом возможна корректировка положения статора сельсина. По окончании регулировки зафиксировать ось резистора *R3* (см. рис. 3.47) или *R3* (см. рис. 3.48) краской и застопорить статор сельсина;

8) величину давления первой ступени предохранительного торможения. Оттормозить машину, затем включить предохранительное торможение. Отрегулировать величину давления первой ступени предохранительного торможения, определенную по формуле (3.111);

9) возможность поднятия тормозных грузов максимальным давлением воздуха в цилиндрах рабочего торможения, для чего оттормозить машину и включить предохранительное торможение. После полного опускания грузов переместить рукоятку рабочего торможения в положение «Заторможено».

При этом возможны следующие случаи.

1. Тормозные грузы поднимаются при токе $I_{max}$ в катушке рабочего торможения и включенном электромагните первой ступени. При этом варианте в схеме с блоком БЭРД-1 контакты *ТП* или *РТП* (см. рис. 3.47) могут быть включены в цепь катушки *РП*, а в цепи обмотки электромагнита *ОУ111* они не требуются (установлены перемычки *а*, *г* и *д*). Схемой с блоком БУТ этот вариант не предусмотрен. Такой случай встречается редко, поскольку максимальное давление воздуха в тормозных цилиндрах при рабочем торможении устанавливается из условия создания требуемого тормозного момента и, как правило, оказывается недостаточным для поднятия тормозных грузов.

2. Тормозные грузы не поднимаются в условиях первого случая, но поднимаются при отключении электромагнита первой ступени. В этом случае необходимо, чтобы катушка электромагнита первой ступени оставалась отключенной до включения контактора предохранительного торможения. В схеме с блоком БЭРД-1 это достигается переносом контактов *ТП* или *РТП* из цепи реле *РП* в цепь обмотки *ОУ111* (установлены перемычки *б*, *в* и *е*). В схеме с блоком БУТ (см. рис. 3.48) никаких изменений не требуется.

Если в этом случае наблюдается резкое поднятие грузов, сопровождающееся сильным ударом нижней серьги штока цилиндра предохранительного торможения по буферному устройству, рекомендуется в цепь статора сельсина вместо контактов реле *Р1* и *Р3* (см. рис. 3.47 и 3.48) включить контакты конечного выключателя командоаппарата, которые необходимо настроить на замыкание при промежуточном положении рукоятки управления.

3. Тормозные грузы не поднимаются в условиях второго случая, но поднимаются при увеличении тока в обмотке электромагнита рабочего торможения. В схеме с блоком БЭРД-1 увеличения тока в обмотке *ОУ1* (в пределах допустимого) можно добиться, если параллельно резистору *R3* на зажимы *16*, *17* подключить резистор *R4* через размыкающие контакты *ТП* или *РТП* (на рис. 3.47 штриховой линией). Регулировкой резистора *R4* при включенном предохранительном торможении установить ток в обмотке *ОУ1*, при котором обеспечивается поднятие тормозных грузов. В схеме с блоком БУТ для этой цели рекомендуется использовать резистор *R1* (см. рис. 3.48), включив его последовательно с обмоткой *КТР* и зашунтировав размыкающими контактами *ТП* или *РТП*. Провод от обмотки *КТР* с зажима *14* переключить на зажим *15* (на рис. 3.48) переключения изображены пунктиром). Сопротивление резистора *R3* при включенном предохранительном торможении должно обеспечить ток в обмотке *КТР*, достаточный для поднятия тормозных грузов, а суммарное сопротивление резисторов *R3* и *R1* при «заряженном» тормозе должно обеспечить токи $I_{деж}$ и $I_{max}$.

4. Тормозные грузы не поднимаются в условиях третьего случая, хотя ток в обмотке регулятора максимально допустимый. Если при этом давление воздуха в цилиндрах рабочего торможения ниже давления в воздухосборнике более чем на 0,05 МПа, следует произвести ревизию регулятора давления, при необходимости притереть сопло и заслонку либо заменить регулятор. Другие возможные причины и рекомендуемые в таких случаях меры изложены в 3.8.2.2.

Если при предельной или близкой к предельной для данного типоразмера привода тормоза массе тормозного груза исчерпаны возможности создать в тормозном цилиндре давление воздуха, необходимое для поднятия груза, рекомендуется установить промежуточное реле *РЗТ* (рис. 3.49), размножающее контакты кнопки *КЗТ* («зарядки» тормоза). Замыкающими контактами *РЗТ* зашунтировать контакты выключателей контроля давления. При нажатии на кнопку *КЗТ* цепь контакторов предохранительного торможения замкнется через контакты *РЗТ*, а после поднятия тормозных грузов цепь будет замкнута через контакты выключа-

телей контроля давления *КД1* и *КД2*. При этом в цепь «зарядки» тормоза обязательно должны быть введены контакты реле контроля давления *РКД*, так как при полном отсутствии давления в цилиндрах рабочего торможения возможно самопроизвольное оттормаживание машины при нажатии на кнопку *КЗТ*;

10) состояние выключателя *ВК1* и отрегулировать положение воздействующего на него нажима так, чтобы выключатель срабатывал в непосредственной близости от крайнего положения рукоятки «Заторможено». Если в цепь статора сельсина вместо контактов *Р3* (см. рис. 3.48) включены контакты второго выключателя командоаппарата, последние должны замыкаться при положении рукоятки,

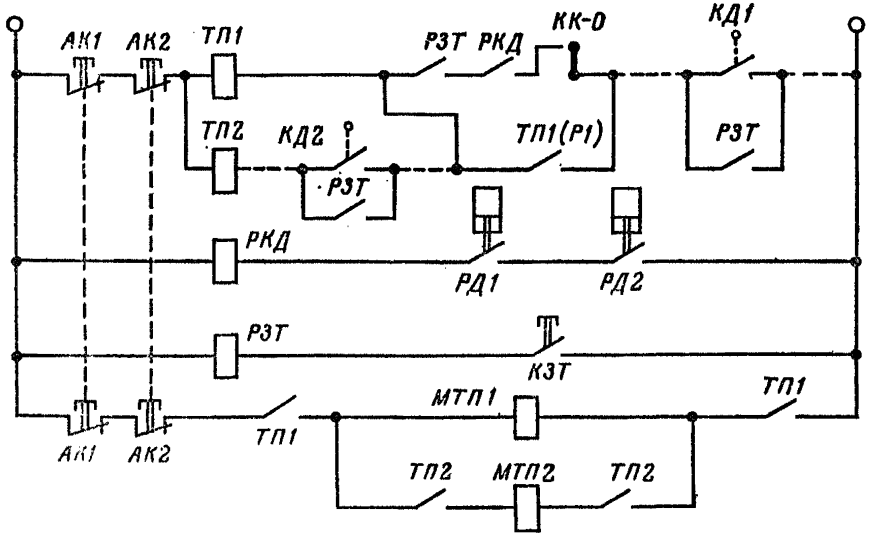



**Рис. 3.49. Схема, обеспечивающая поднятие тормозных грузов модернизированных подъемных машин НКМЗ впуском воздуха в цилиндры предохранительного торможения**

соответствующем 50—70 % максимального установленного давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения;

11) выдержку времени на отключение реле *РВКД* (см. рис. 3.47) или *Р2* (см. рис. 3.48) и установить их в пределах 0,6—0,8 с. В схеме с блоком БУТ для этой цели подобрать соответствующую емкость конденсатора *С*, либо в случае необходимости уменьшить выдержку времени, параллельно конденсатору *С* на зажимы *6—34* подключить резистор, подобрав величину его сопротивления для уменьшения времени разряда конденсатора;

12) состояние реле давления и отрегулировать его работу. Контакты реле должны замыкаться при давлении на 0,05—0,1 МПа ниже той величины, которая соответствует положению рукоятки в момент срабатывания выключателя *ВК1*. Давление, при котором размыкаются контакты реле давления, должно обеспечить создание тормозного момента не менее $1{,}2M_{ст}$ и быть не менее давления первой ступени предохранительного торможения;

13) защиту, контролирующую исправность электрических цепей обмоток регулятора давления. Для этого поочередно разомкнуть цепи обмоток регулятора давления. Рукоятка управления рабочим торможением при этом не должна находиться в крайнем положении «Заторможено», чтобы одновременно не вызвать срабатывание защиты, контролирующей выполнение команды на затормаживание. При каждом размыкании цепи должен включиться предохранительный тормоз. Проверять действие защиты выдергиванием штепселя из розетки регулятора давления не следует, так как при этом невозможно произвести раздельную проверку для каждой обмотки;

14) защиту, контролирующую выполнение команды на затормаживание. Для этого при отторможенной машине у регулятора РДБВ или РДБГ снять якорь электромагнита рабочего торможения, а у регулятора РДУ-1 или РДУ-2 вручную через отверстие в корпусе электромагнитного привода отжать сопло от заслонки, либо вставить между ними прокладку, но так, чтобы не закрыть отверстие сопла. Затем поставить рукоятку в положение «Заторможено». По истечении выдержки времени на отключение *РВКД* или *Р2* (см. рис. 3.47 и 3.48) должно включиться предохранительное торможение.

### 3.8.2.4. Устройства управления предохранительным торможением с золотниковым трехходовым краном

Трехходовый кран (рис. 3.50) состоит из корпуса *5*, закрытого с торцовых сторон крышками. В корпусе находится втулка *6*, в которой перемещается золотник *7*. Приводной вал *1* вращается в расточке корпуса и крышки *3*. Вращение вала преобразуется в поступательное перемещение золотника с помощью рычага *2*, оканчивающегося вилкой, и пальца *4*, вставленного в хвостовик золотника. Для фиксации крышки относительно корпуса предусмотрены контрольные штифты.

При установке электропневматического регулятора давления система управления предохранительным торможением должна быть реконструирована. Необходимость реконструкции вызвана следующим обстоятельством. При неисправностях регулятора давления или цепей управления рабочим торможением (засорение фильтра или калиброванного отверстия регулятора давления, перегорание диодов

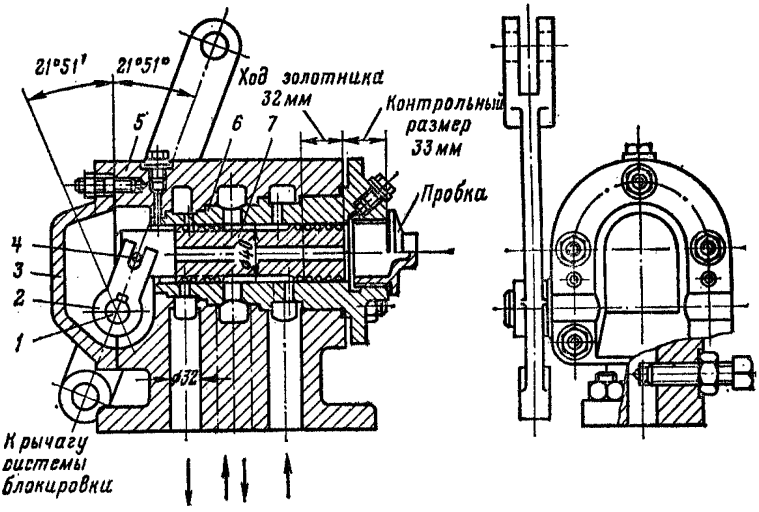



**Рис. 3.50. Трехходовой кран управления предохранительным торможением**

выпрямительного моста и т. д.) происходит выпуск воздуха из цилиндров рабочего торможения полностью или до небольшого остаточного давления. При этом включается предохранительное торможение благодаря действию защиты контролирующей выполнение команды на затормаживание (см. 3.8.2.3). Попытка произвести «зарядку» тормоза в этот момент может привести к аварии, так как при этом рукояткой предохранительного торможения возможно переставить золотник трехходового крана на впуск воздуха в цилиндры предохранительного торможения при разомкнутой цепи защиты.

В зависимости от наличия соответствующей аппаратуры могут быть выполнены следующие варианты реконструкции.

1. Полная замена системы управления предохранительным торможением площадкой управления тормозом модернизированной подъемной машины.

2. Установка между воздухосборником и трехходовым краном воздухораспределительного клапана с электропневматическим вентилем ВВ-32Ш (рис. 3.51). Катушка вентиля ВВ-32Ш подключается к источнику питания через замыкающий блок-контакт контактора предохранительного торможения либо параллельно катушке этого контактора. В цепь защиты дополнительно вводятся контакты реле контроля давления *РКД* последовательно с контактами *КК-0* (рис. 3.52). В этом случае при установке рукоятки предохранительного торможения в положение «Зарядка» и при отсутствии давления в цилиндрах рабочего торможения впуск воздуха в цилиндры предохранительного торможения не произойдет, поскольку катушка вентиля ВВ-32Ш будет обесточена.

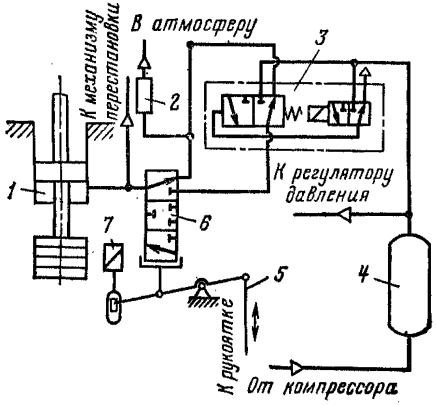



**Рис. 3.51. Реконструкция системы управления предохранительным торможением:**
*1* — цилиндр предохранительного торможения; *2* — глушитель; *3* — воздухораспределительный клапан с электропневматическим вентилем; *4* — воздухосборник; *5* — тяга к рукоятке предохранительного торможения; *6* — трехходовой кран; *7* — электромагнит

Возможны также другие варианты реконструкции.

Временно до реконструкции системы управления предохранительным торможением допускается эксплуатация немодернизированной подъемной машины с электропневматическим регулятором давления с установкой электромагнитной защелки, препятствующей перемещению рукоятки предохранительного торможения в положение «Зарядка» при отсутствии давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения.

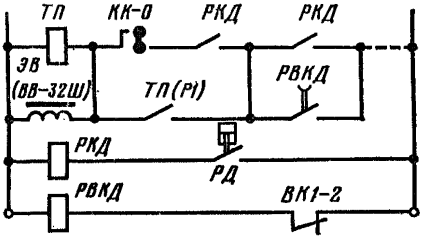



**Рис. 3.52. Электрическая схема управления реконструированной системой предохранительного торможения**

Катушка защелки *МЗ* (см. рис. 3.47 и 3.48) включается контактами реле давления *РД* или реле *РКД*. После «зарядки» тормоза нет надобности оставлять катушку *МЗ* под напряжением, поэтому в ее цепь можно ввести размыкающие контакты *ТП*.

При ревизии и наладке системы управления предохранительным торможением необходимо проверить:

1) состояние трехходового крана. Затормозить машину предохранительным тормозом и выпустить сжатый воздух из тормозной системы. Разобрать кран, промыть все детали в керосине и проверить их состояние. Рабочие поверхности золотника и втулки должны быть притерты до зеркального блеска и не иметь царапин, задиров и других дефектов. Вал *1* (см. рис. 3.50) должен легко вращаться в разъеме корпуса *5* и крышки *3*, а шпоночное соединение вала *1* с рычагом *2* не должно допускать шаткости. После смазки и сборки крана, затяжки всех крепящих шпилек следует убедиться в легкости вращения вала.

Проверить и при необходимости отрегулировать крайние положения золотника трехходового крана в рекомендуемой ниже последовательности. При втянутом электромагните и среднем положении рукоятки предохранительного торможения детали механизма должны занять положение, изображенное на рис. 3.53, *а*. Вывинтить пробку трехходового крана и линейкой (метром) измерить контрольный размер между торцом золотника и наружным срезом крышки (см. рис. 3.50).

Этот размер должен быть равен 33 ± 1 мм. Если контрольный размер отличается от указанного, его необходимо установить вручную поворотом рычага *5* (см. рис. 3.53, *а*). Затем регулировкой длины тяги *4* добиться, чтобы валик рычага *2* занимал верхнее положение в прорези штанги *1*. Если этот валик не удерживается в верхнем положении, а сползает вниз под действием груза, подвешенного к штанге, при отклонении штанги от вертикального положения необходимо переместить магнит *МТП* в горизонтальной плоскости в соответствующую сторону с тем, чтобы уменьшить отклонение штанги от вертикали. Регулировкой длины тяги *6* добиться, чтобы валик рычага *5*, насаженного на вал трехходового крана, занял крайнее правое положение в прорези серьги тяги *6*.

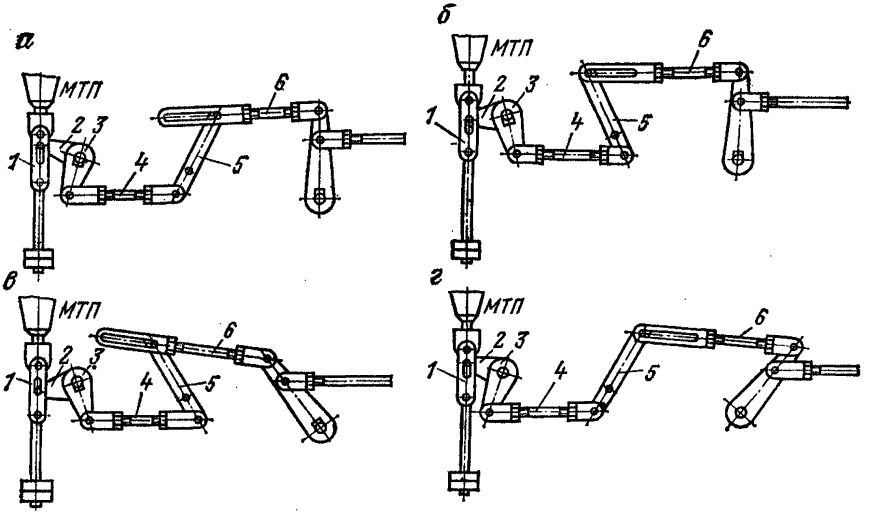



**Рис. 3.53. Рычажная система управления предохранительным торможением:**
*а* — отторможено; *б* — заторможено электромагнитом; *в* — заторможено от рукоятки машиниста; *г* — зарядка; *1* — штанга; *2* и *5* — рычаги; *3* — вал; *4* и *6* — тяги

После этого нажатием на аварийную кнопку отключить электромагнит и проверить ход золотника при опускании якоря электромагнита. При этом детали механизма должны занять положение, изображенное на рис. 3.53, *б*. Ход золотника должен составить 32 мм, т. е. контрольный размер между торцами золотника и крышки в положении «Заторможено» должен быть равен 65 ± 1 мм. Однако золотник может проскочить нормальное положение по инерции и своим торцом открыть выход воздуха из воздухосборника через отверстие, из которого вывинчена пробка. При этом валик рычага *2* отойдет от верхнего края прорези в штанге. Серьга с длинной прорезью на конце тяги *6* не может служить ограничителем хода золотника, поскольку рукоятка предохранительного торможения не зафиксирована. Таким ограничителем ранее служила серьга с длинной прорезью на конце тяги, идущей от механического ограничителя скорости. Однако в связи с необходимостью демонтажа механических ограничителей скорости (см. 3.8.1.1) эта тяга снимается. Вместо нее, как указывалось выше, необходимо установить упор, ограничивающий угол поворота рычага связанного с валом трехходового крана. Упор должен быть регулируемым. Регулировкой этого упора добиться требуемого положения золотника трехходового крана при отпавшем якоре электромагнита. Затем произвести «зарядку» тормоза (рис. 3.53, *г*) и проверить, возвращается ли золотник в исходное положение. После этого временно зашунтировать контакты блокировочного выключателя предохранительного торможения для того, чтобы при дальнейших проверках якорь магнита оставался притянутым. Проверить величину хода золотника при перемещении рукоятки управления в положение «Заторможено, когда детали механизма займут положение, изображенное на

рис. 3.53, *в*. При этом ход золотника также должен составить 32 мм, а длина прорези в штанге должна быть достаточной для перемещения рукоятки предохранительного торможения в крайнее положение до упора ее в ограничитель на дуге хода рукоятки. Если положения золотника не соответствуют указанным контрольным размерам, необходимо произвести тщательный анализ и определить причину несоответствия. В зависимости от причины выбрать ту или иную меру для устранения несоответствия. Такими мерами могут быть:

корректировка длины тяг *4* и *6*, причем в положении, изображенном на рис. 3.53, *а*, валики в длинных прорезях штанги и серьги тяги *6* могут быть установлены не у самого края прорези, а на небольшом расстоянии от него;

изменение длины прорезей в штанге или серьге тяги *6*;

перенесение упоров и прорезей на дуге рукоятки управления, фиксирующих положение рукоятки.

По окончании регулировки все тяги надежно закрепить контргайками, шарнирные соединения зашплинтовать;

2) состояние деталей рычажно-шарнирного механизма, исправность резьбовых соединений, наличие стопорящих деталей (шайб, шплинтов, контргаек), состояние шарнирных валиков. Шарнирные соединения должны быть смазаны, зазоры в них не должны превышать величин, приведенных в табл. 3.5. Ослабленные шарнирные валики заменить; если имеется овальность отверстий в результате износа, то одновременно с заменой валиков отверстия следует расточить до ближайшего приемлемого диаметра. Детали механизма должны перемещаться легко, без заеданий как при перемещении рукоятки предохранительного торможения, так и при отключении тормозного электромагнита. Если при этом обнаружится заедание механизма, необходимо найти и устранить его причину. Причинами заедания могут быть: тугой ход рычага трехходового крана, тугое вращение валиков в подшипниках, узкие серьги, заедание в шарнирах, заедание в серьгах с длинными прорезями и т. д. Шпоночные соединения должны быть подтянуты. Серьги тяг должны быть отрегулированы так, чтобы они обеспечивали безотказное срабатывание механизма;

3) отсутствие утечек сжатого воздуха через трехходовой кран прослушиванием при снятой пробке (в положении «Заторможено») и отсоединением трубопровода от глушителя (при положении «Отторможено»). Устранение утечек воздуха, связанных со слабой посадкой золотника во втулке, следует производить совместной их заменой в заводских условиях;

4) режим опускания тормозных грузов и при необходимости отрегулировать его. Винт трехходового крана предназначен для дросселирования выпуска воздуха из цилиндров предохранительного торможения. Однако пользование этим винтом не дает должного эффекта. Поэтому при необходимости создания двухступенчатого торможения дроссельные шайбы лучше установить непосредственно в соединениях трубопроводов, подводящих воздух к цилиндрам предохранительного торможения. В этом случае шайбы одновременно служат для смягчения ударов по буферным пружинам цилиндров, если поднятие тормозных грузов при «зарядке» осуществляется впуском сжатого воздуха в цилиндры предохранительного торможения. Диаметры отверстий в дроссельных шайбах предварительно подобрать из условия, чтобы опускание тормозных грузов началось после включения предохранительного торможения по истечении времени, достаточного для остановки машины под воздействием первой ступени торможения. Ориентировочно это время может быть определено по формуле (3.76). Окончательно диаметры отверстий в дроссельных шайбах установить при испытании тормоза.

В некоторых модификациях тормоза трубопроводы к трехходовому крану подсоединяются в порядке, обратном изображенному стрелками на рис. 3.50, следовательно, контрольный размер 33 ± 1 мм между торцами золотника и крышки должен быть при положении «Заторможено», а размер 65 ± 1 мм — при положении «Отторможено»;

5) состояние других аппаратов; если система управления предохранительным торможением подвергалась реконструкции в связи с установкой электропневматического регулятора давления, произвести их наладку и регулировку. При реконструкции по второму варианту ревизию и наладку воздухораспределительного клапана и электропневматического вентиля выполнить согласно 4.3.11.

### 3.8.2.5. Устройства управления предохранительным торможением с воздухораспределительными клапанами

При ревизии и наладке устройств управления предохранительным торможением модернизированных машин НКМЗ необходимо проверить:

1) состояние трубной разводки;

2) правильность сборки электрических цепей и измерить сопротивление изоляции отдельных аппаратов и схемы в целом, которое должно быть не менее 0,5 МОм. Поскольку при эксплуатации машины не исключена возможность замыканий в цепи защиты с шунтированием части контактов защитной аппаратуры, аварийные кнопки *АК1* (см. рис. 3.49) и *АК2* (ручная и ножная) для повышения надежности должны быть включены в цепь катушек *ТП1* и *ТП2* со стороны, противоположной прочим контактам цепи защиты. С этой же целью кнопки должны быть переделаны так, чтобы они имели по две пары размыкающих контактов, из которых вторая пара включается непосредственно в цепь катушек электровентилей *МТП1* и *МТП2* клапанов предохранительного торможения;

3) омические сопротивления катушек электропневматических вентилей, которые не должны отличаться от данных, приведенных в их технической характеристике, более чем на ± 10 %;

4) состояние воздухораспределительных клапанов и электропневматических вентилей и произвести их наладку согласно 4.3.11;

5) режим опускания тормозных грузов и при необходимости отрегулировать его. При установке дросселирующих шайб для задержки наложения второй ступени торможения необходимо выполнить рекомендации, изложенные выше (см. 3.8.2.4).

### 3.8.2.6. Компрессор и воздушная система

Ревизия и наладка компрессора и воздушной системы приведены в 3 7.2.3.

## 3.9. УСТРОЙСТВА ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ И ОГРАНИЧИТЕЛЯ ТОРМОЗНОГО МОМЕНТА

Устройства избирательного предохранительного торможения следует применять в случаях, когда для создания требуемых ПТЭ замедлений при предохранительном торможении при подъеме и спуске расчетного груза требуются разные величины тормозных моментов (см. 3.2.2.1). В большинстве случаев это относится к одноконцевым наклонным подъемным установкам, для которых разработаны описываемые ниже устройства.

Для двухконцевых подъемных установок с пружинно-пневматическим приводом тормоза разработана система автоматически регулируемого предохранительного торможения (АРПТ), не рассматриваемая в настоящем Руководстве.

Наладку системы АРПТ следует производить в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

### 3.9.1. Устройство, основанное на задержке отключения тормозного магнита

Устройство предназначено для защиты от набегания подъемных сосудов на канат при предохранительном торможении одноконцевых наклонных поверхностных грузовых и людских подъемных установок при угле наклона выработки 5° и более. Устройство пригодно для всех типов подъемных машин, предохранительный тормоз которых оборудован электромагнитом КМТ.

Устройством предусмотрена установка релейного шкафа, тахогенератора с постоянными магнитными полюсами возбуждения ЭТ-4 (или ЭТ-5, ЭТ-6, ЭТ-7), путевого выключателя, а также кнопки экстренной остановки и сигнальной лампы на пульте управления. Две крайние катушки тормозного электромагнита (удерживающие) заменяются катушками, намотанными по следующим данным: диаметр

провода 0,33—0,35 мм, число витков 3500. Средняя катушка (втягивающая) сохраняется.

Схема устройства, изображенная на рис. 3.54, работает следующим образом. При «зарядке» машины напряжение 220 В переменного или постоянного тока через контакты *ТП* поступает на выпрямитель *Д1—Д4*. При этом включается контактор *К*, втягивается тормозной электромагнит и включается реле *Р*. Реле *Р* остается втянутым через собственный контакт, а контактор *К* отключается. Таким образом напряжение на включающую катушку электромагнита *КТП* (*В*) подается коротким импульсом. Удерживается электромагнит с помощью катушек *КТП* (*У*), ток удержания 65—150 мА.

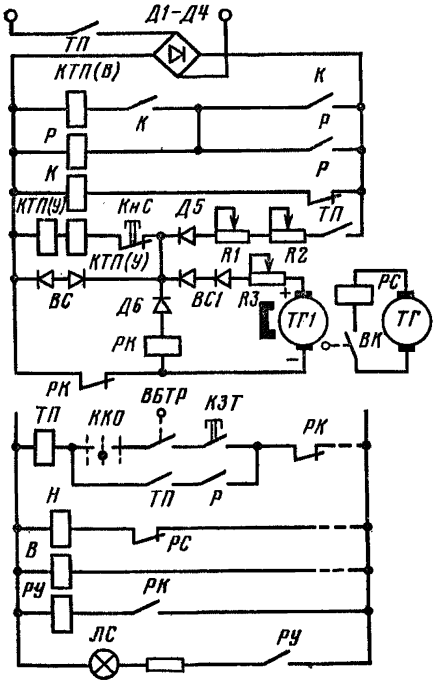



**Рис. 3.54. Схема устройства, исключающего набегание подъемного сосуда на канат**

Вращение вала подъемной машины через клиноременную передачу передается тахогенератору *ТГ1*. При движении машины вверх, если отключить контактор *ТП*, электромагнит будет удерживаться за счет напряжения тахогенератора током, протекающим по цепи «+» *ТГ1* — резистор *R3* — селеновый выпрямитель *ВС1* — кнопка *КнС* — катушки *КТП* (*У*) — контакт *РК* — «—» *ТГ1*. Отключение электромагнита произойдет при снижении скорости до величины 0,2—1,0 м/с. При спуске груза напряжение тахогенератора *ТГ1* запирается выпрямителем *ВС1* и электромагнит отключается сразу при отключении контактора *ТП*.

Контроль работы реле *Р* осуществляется включением его контактов в цепь катушки *ТП*. Этим осуществляется защита от длительного протекания тока через катушку *КТП* (*В*).

Для обеспечения безопасного подхода подъемного сосуда к верхней приемной площадке в цепь тахогенератора *ТГ* включено реле скорости *РС*, размыкающий контакт которого включен в цепь катушки контактора *Н* реверсора. Здесь и далее наименование контактора *Н* определяет направление движения назад, т. е. на подъем груза. Реле *РС* включается в работу путевым выключателем *ВК*. При пробое селенового выпрямителя *ВС1* при движении сосудов вниз сработает реле *РК* и отключит удерживающие катушки электромагнита от тахогенератора, сработает указательное реле *РУ* и загорится лампа на пульте машиниста.

Селеновый шунт *ВС* предназначен для защиты катушек *КТП* (*У*) от перенапряжений.

На пульте управления предусмотрена кнопка *КнС* для включения предохранительного торможения в экстренных случаях.

При наладке устройства необходимо:

1) последовательно с резисторами *R1* и *R2* включить миллиамперметр, «зарядить» машину и регулировкой этих резисторов установить ток 70—75 мА;

2) включить миллиамперметр последовательно с резистором *R3*. При движении машины в сторону подъема груза со скоростью 0,2 м/с отключить контактор *ТП*, удерживая якорь тормозного электромагнита от опускания. Резистором *R3* установить ток 70—75 мА в цепи удерживающих катушек. Если эту величину не удается установить резистором *R3*, это можно осуществить с помощью выпрями-

теля *ВС1*, добавляя или уменьшая количество шайб, но в пределах допустимого обратного напряжения выпрямителя;

3) при подъеме порожних подъемных сосудов (минимально возможная концевая нагрузка) с максимальной скоростью за 20—30 м до верхней приемной площадки отключить реверсор и измерить путь свободного выбега системы. Настроить путевой выключатель *ВК* на замыкание контактов на расстоянии от верхней приемной площадки на 3—5 м больше пути свободного выбега;

4) реле *РС* настроить на отключение при скорости 0,7—1,0 м/с;

5) опробовать действие реле *РК*, зашунтировав перемычкой выпрямитель *ВС1* при спуске груза;

6) опробовать действие схемы при предохранительном торможении при подъеме и спуске груза на участках выработки с различными углами наклона. При подъеме расчетного груза на участке выработки с максимальным углом наклона в момент окончания предохранительного торможения не должно быть проворачивания барабана в обратную сторону. В противном случае вновь произвести настройку по п. 2, но при большей скорости (0,5—0,6 м/с).

## 3.9.2. Устройство, основанное на гидравлическом подпоре золотника крана предохранительного торможения

Устройство пригодно для всех типов машин с грузогидравлическим приводом тормоза. Принципиальная схема устройства, исключающего набегание сосудов на канат, приведена на рис. 3.55. Датчиком направления движения служит насос *18*

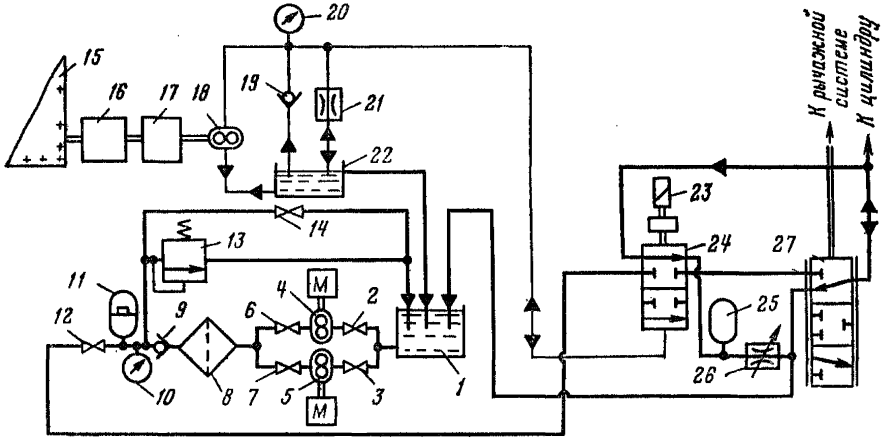



**Рис. 3.55. Принципиальная схема устройства, исключающего набегание сосудов на канат**
*1* — сточный бак; *2, 3, 5, 6, 7, 12, 14* — вентили; *4, 5, 18* — насосы; *8* — фильтр; *9, 19* — обратные клапаны: *10* — манометр; *11* — аккумулятор давления; *13* — предохранительный клапан; *15* — редуктор подъемной машины; *16, 17* — центробежные реле; *20* — электроконтактный манометр; *21, 26* — дроссельные шайбы; *22* — бак; *23* — электромагнит; *24* — золотник крана предохранительного торможения; *25* — расширительный бачок; *27* — кран рабочего торможения

типа НШ-10Е, кинематически (через центробежные реле *16* и *17*) связанный с подъемной машиной. При подъеме груза маслонасос *18*, забирая масло из бака *22*, создает давление в подзолотниковой камере золотника крана предохранительного торможения *24*. Избыток масла перекачивается обратно в бак через дроссельную шайбу *21*. Величина необходимого давления в подзолотниковой камере крана предохранительного торможения устанавливается подбором диаметра отверстия дроссельной шайбы *21* и измеряется электроконтактным манометром *20*. При исчезновении напряжения с установки или размыкании цепи защиты золотник крана *24* в течение времени, определенного давлением масла в подзолотниковой камере, будет удерживаться в верхнем положении. Замедление установки про-

исходит на свободном выбеге. По мере снижения скорости давление в подзолотниковой камере уменьшается и при скорости 0,2—0,5 м/с золотник опускается, машина затормаживается.

Для предотвращения проникновения масла в надзолотниковое пространство через зазор между золотником и штоком на золотнике устанавливается изолирующий колпачок (рис. 3.56).

При спуске груза насос перекачивает масло в противоположном направлении через обратный клапан *19* (см. рис. 3.55) типа Г-51-24. При этом в подзолотниковой камере крана *24* создается небольшое отрицательное давление, утечки масла из крана захватываются насосом, за счет чего пополняется маслом бак *22*. Излишек масла из этого бака переливается в сточный бак *1*. В случае предохранительного торможения золотник крана *24* опускается без каких-либо задержек и время выпуска масла из тормозного цилиндра определяется диаметром отверстия в дроссельной шайбе *26*, подбираемым из условия плавности приложения тормозного момента при спуске груза. В некоторых случаях эта шайба может отсутствовать.

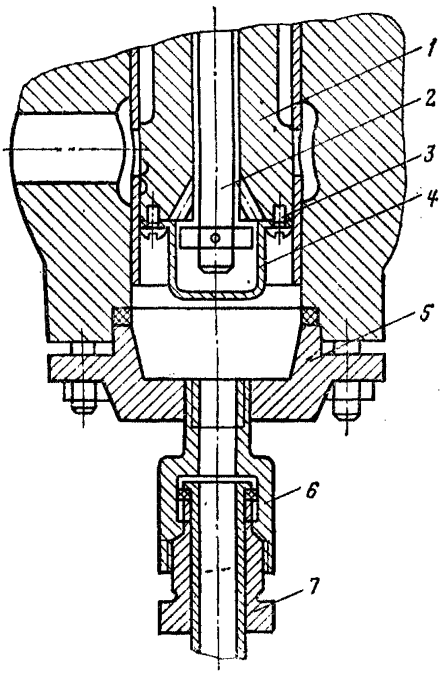



**Рис. 3.56. Изолирующий колпачок:**
*1* — золотник; *2* — шток; *3* — винт М5×20; *4* — изолирующий колпачок; *5* — крышка; *6* — переходная втулка; *7* — штуцер гибкого шланга

На рис. 3.57 приведена электрическая схема блокировки, предназначенной для запрета подъема груза при отсутствии давления на выходе насоса *18* (см. рис. 3.55), применительно к искробезопасному комплекту электрооборудования. При нажатии на кнопку *ПУ* (пуск устройства) включается реле *РПУ* через контакты *ВКЗ*, в качестве которых использованы свободные контакты выключателя, предназначенного для включения короткозамыкателя. После отпускания кнопки *ПУ* реле *РПУ* остается включенным через самоудерживающие контакты. При подъеме груза, если есть давление, то до размыкания контактов *ВКЗ* замкнутся контакты *ЭКМ* (электроконтактного манометра) и реле *РПУ* не обесточивается. В случае отсутствия давления при разгоне машины контакты *ЭКМ* не замкнутся. При полном опускании ножей жидкостного реостата контакты *ВКЗ* разомкнутся и отключатся реле *РПУ* и *РПН*. Последнее отключит реверсор, после чего машинист должен затормозить машину рабочим тормозом. Реле *РПУ* разомкнет самоудерживающий контакт, чем осуществит запрет последующего пуска машины в направлении подъема груза. После устранения неисправности для включения машины в направлении подъема груза необходимо вновь нажать кнопку *ПУ*. Шунтировка контактов *ЭКМ* контактами переключателя *УП* при спуске груза предусмотрена для того, чтобы не разомкнуть цепь *РПУ* (при отсутствии контактов *УП* кнопку *ПУ* необходимо нажимать при каждом цикле). Аналогичным образом осуществляют блокировку и для электрооборудования нормального исполнения.

Все гидравлические связи выполняют гибкими шлангами высокого давления диаметром 8—12 мм с заделкой конструкций Гипроуглемаша.

При ревизии и наладке устройства необходимо:

1. Включив машину и разогнав ее до скорости около 1 м/с поочередно в обоих направлениях, убедиться, что при подъеме груза давление в подзолотниковой камере крана предохранительного торможения имеется, а при спуске—отсутствует.

2. Выбрать диаметр отверстия в дроссельной шайбе из условия, чтобы при предохранительном торможении при подъеме груза золотник крана предохранительного торможения опускался при скорости 0,2—0,5 м/с. При этом стопорение машины не должно сопровождаться набеганием сосудов на канат на участке выработки с наименьшим углом наклона и обратным проворачиванием барабана — на участке с максимальным углом наклона.

3. Отрегулировать контакты электроконтактного манометра, которые должны замыкаться при давлении на 0,02—0,03 МПа меньше максимального.

4. Опробовать действие блокировки, отсоединив маслонасос от подъемной машины.

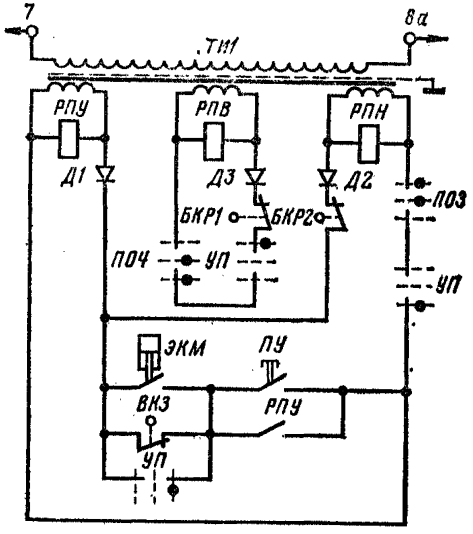



Рис. 3.57. Электрическая схема блокировки

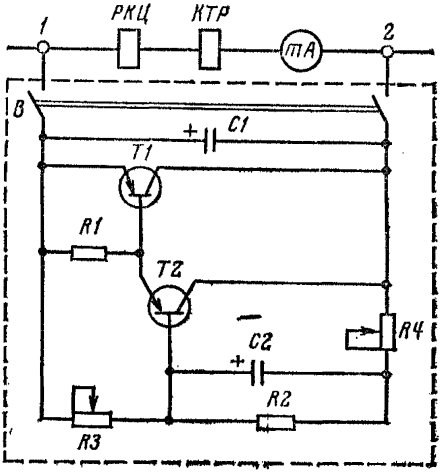



Рис. 3.58. Схема демпфера рабочего тормоза подъемных машин НКМЗ

## 3.9.3. Демпфер рабочего тормоза подъемных машин НКМЗ

Если торможение полным моментом рабочего тормоза подъемной машины НКМЗ с электропневматическим регулятором давления может привести к чрезмерному замедлению, рекомендуется установить демпфер рабочего тормоза (ДРТ), схема которого приведена на рис. 3.58. Демпфер (его схема на рис. 3.58 показана пунктиром) подключают параллельно катушке рабочего тормоза *КТР* регулятора давления зажимом *1* на «+» и зажимом *2* на «—». При схеме с блоком БЭРД-1 (см. рис. 3.47) зажим *1* ДРТ подключают к зажиму *17*, а зажим *2* ДРТ — к зажиму *12* блока БЭРД-1. При схеме с блоком БУТ (см. рис. 3.48) на резервный зажим блока дополнительно прокладывают провод, подключаемый между реле *РКЦ* и резистором *R3* блока. К этому зажиму подключают зажим *1* ДРТ, а зажим *2* ДРТ — к зажиму *18* блока.

Демпфер работает следующим образом. При перемещении рукоятки рабочего тормоза в крайнее положение «Заторможено» ток в обмотке *КТР* (см. рис. 3.38) регулятора давления до определенной величины вырастает без каких-либо задержек. Затем, начиная с некоторого напряжения между зажимами *1* и *2* открываются транзисторы *Т2* и *Т1*, конденсатор *С2* заряжается. Часть тока ответвляется через транзистор *Т1*. По мере заряда конденсатора *С2* потенциал базы транзистора *Т2* повышается и транзистор постепенно прикрывается, что приводит к постоянному запиранию выходного транзистора *Т1*, шунтирующего обмотку *КТР*. Ток через обмотку *КТР* постепенно увеличивается, что вызывает постепенное нарастание тормозного момента.

Вместе с обмоткой *КТР* демпфером шунтируется реле контроля цепи *РКЦ* (при блоке БЭРД-1 — *РКЦ2*), благодаря чему этим реле контролируется пробой транзистора *Т1*.

Наладка устройства заключается в подборе величины сопротивления резисторов *R3* и *R4*. Резистором *R3* регулируют уставку тока, с которой начинается замедление нарастания тока. Диапазон регулирования уставки 60—120 мА. Желательно уставку выбирать такой, при которой величина давления в тормозных цилиндрах 0,1—0,15 МПа. Резистором *R4* регулируют время нарастания тока до установившегося значения при резком перемещении рукоятки управления в крайнее положение «Заторможено». Пределы регулирования времени 5—15 с.

## 3.10. ИСПЫТАНИЕ ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ

### 3.10.1. Общие положения

Испытание тормозных устройств является завершающим этапом их наладки и производится с целью:

1) определения продолжительности холостого хода и времени срабатывания тормоза при предохранительном торможении и проверки соответствия их требованиям ПБ (см. 3.1);

2) определения замедлений подъемных сосудов при предохранительном торможении при спуске и подъеме расчетного для данной установки груза и проверки соответствия их требованиям ПТЭ (см. 3.1).

Испытание предохранительного торможения производят при следующих условиях:

1. Зазоры между тормозными колодками и ободом должны быть установлены предельной величины, при которой срабатывает выключатель износа колодок. Для подъемных машин с пружинными приводами тормоза испытание необходимо произвести как при предельно допустимых зазорах, так и при нормальных рабочих зазорах между тормозными колодками и ободом, поскольку от величины суммарного зазора зависит величина тормозного момента.

2. Один из подъемных сосудов должен быть загружен расчетным грузом. Категорически запрещается испытывать тормоз при нахождении людей в подъемных сосудах. Для людского подъема подъемный сосуд должен быть загружен балластным грузом, масса которого равна расчетной массе людей.

3. Для вертикального неуравновешенного подъема и наклонного подъема с постоянным углом наклона испытание тормоза нужно производить в том месте ствола, где создается наибольшая разность статических натяжений канатов, но на безопасном расстоянии от приемных площадок (примерно на расстоянии, равном двойному пути, контролируемому ограничителем скорости).

Для вертикального уравновешенного подъема испытание тормоза можно производить в любом месте ствола, но также на безопасном расстоянии от приемных площадок.

Для наклонного подъема с переменным углом наклона испытание тормоза при подъеме расчетного груза производить на участке ствола с наименьшим углом наклона, а при спуске груза — на участке ствола с наибольшим углом наклона.

4. Испытание тормоза производить, как правило, при движении машины с максимальной скоростью. Допускается испытывать тормозное устройство при пониженной скорости движения, но не менее половинной для данного подъема. Для скиповых подъемов с многоканатными машинами завод им. ЛКУ рекомендует испытывать предохранительное торможение при спуске груза на скорости не более половины максимальной.

5. Предохранительное торможение должно сопровождаться отключением подъемных двигателей от сети. Однако в ряде случаев на подъемных установках с приводом по системе Г—Д процесс предохранительного торможения протекает более благоприятно, если автомат главного тока остается включенным. В таких случаях возможность предохранительного торможения с включенным автоматом главного тока должна быть согласована с заводом-изготовителем подъемной машины и местным органом Госгортехнадзора. Необходимость участия двигателя

постоянного тока в процессе предохранительного торможения должна быть подтверждена специальным расчетом, выполненным проектной организацией. Наладка системы возбуждения двигателя и генератора в режиме предохранительного торможения должна быть выполнена в соответствии со специальным проектом.

## 3.10.2. Осциллографирование процесса предохранительного торможения

На подъемных установках, расположенных на шахтной поверхности, тормозные устройства испытываются методом осциллографирования. На пленке (фотобумаге) записывается скорость подъемной машины и фиксируется момент размы-

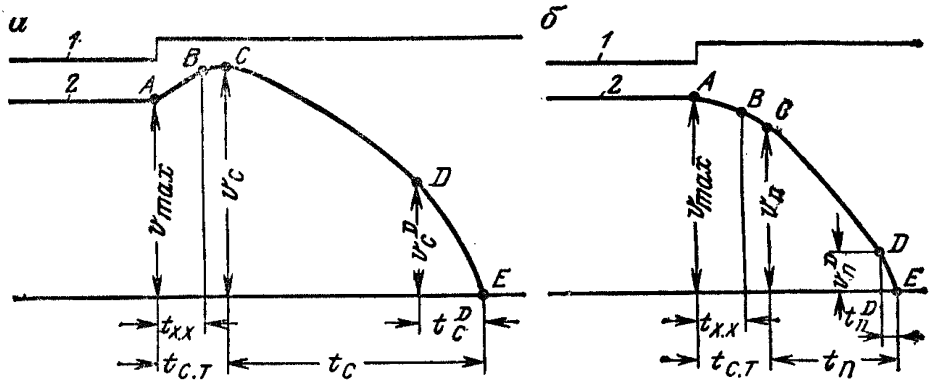



**Рис. 3.59. Осциллограммы скорости при предохранительном торможении:**
*а* — при спуске расчетного груза; *б* — при подъеме расчетного груза; $v_{max}$ — максимальная скорость подъемной машины; $v_c$ и $v_п$ — скорость машины по истечении времени срабатывания тормоза соответственно при спуске и подъеме груза; $v_c^D$ и $v_п^D$ — скорость машины в момент наложения второй ступени торможения соответственно при спуске и подъеме груза; $t_{x.x}$ — продолжительность холостого хода тормоза; $t_{c.т}$ — время срабатывания тормоза: $t_c$ и $t_п$ — время торможения машины соответственно при спуске и подъеме груза; $t_c^D$ и $t_п^D$ — время действия второй ступени торможения соответственно при спуске и подъеме груза; *1* — напряжение на катушке контактора предохранительного торможения; *2* — скорость подъемной машины

кания цепи защиты. Скорость протяжки пленки (фотобумаги) должна быть не менее 10 мм/с. Осциллографирование величины тормозного усилия в тягах тормоза с применением тензометрических датчиков производят только в отдельных случаях (при решении спорных вопросов).

На рис. 3.59 приведен пример осциллограм скорости при предохранительном торможении при спуске и подъеме расчетного груза. За время холостого хода тормоза машина движется с ускорением (при спуске груза) или замедлением (при подъеме груза) свободного выбега системы (участок *AB* на диаграмме скорости). Первый же перегиб на диаграмме скорости (точка *B*) свидетельствует о том, что тормозные колодки соприкоснулись с ободом и возник тормозной момент. Поэтому расстояние между проекциями точек *A* и *B* на горизонтальную ось, деленное на скорость движения фотопленки (фотобумаги), является фактической продолжительностью холостого хода тормоза $t_{x.x}$.

В процессе предохранительного торможения при спуске груза, пока тормозной момент остается по величине меньше статического момента, продолжается увеличение скорости. Когда увеличение скорости прекращается (точка *C* на диаграмме скорости), это означает, что тормозной момент вырос до величины, равной статическому моменту. Следовательно, расстояние между проекциями точек *A* и *C* на горизонтальную ось, деленное на скорость движения фотопленки (фотобумаги), является фактическим временем срабатывания тормоза $t_{c.т}$.

Фактическое среднее значение замедления подъемной установки в процессе предохранительного торможения при спуске груза (см. рис. 3.59, *а*) определяется как частное от деления скорости $v_C$ в точке *C* на время $t_C$ замедления от точки *C* до полной остановки машины (точки *E*). Скорость $v_C$ пересчитывается через известную максимальную скорость подъема $v_{max}$ пропорционально ординатам точек *A* и *C*. Время $t_C$ определяется делением расстояния между проекциями точек *C* и *E* на горизонтальную ось на скорость движения фотопленки (фотобумаги).

Аналогичным образом определяется фактическая средняя величина замедления при предохранительном торможении при подъеме груза. Точка *C* на диаграмме скорости в этом случае определяется из условия равенства времени срабатывания тормоза при подъеме и спуске груза.

Перегиб диаграммы скорости в точке *D* свидетельствует о наложении второй ступени торможения (при двухступенчатом торможении). Такой перегиб может быть не резко выраженным, а в процессе торможения может иметь место постепенное увеличение замедления подъемной машины. Для барабанных машин вертикального подъема при определении средних величин замедлений перегибом диаграммы скорости пренебрегают. Для многоканатных машин и машин типа ШТ-7,2 необходимо определить, кроме средних величин замедлений, также величины замедлений при наложении второй ступени торможения, как частное от деления скорости $v_C^D$ или $v_П^D$ на время $t_C^D$ или $t_П^D$. Для наклонного подъема определить величину замедления предохранительного торможения при наложении второй ступени торможения только для случая подъема груза.

Для подъемных установок глубоких шахт диаграмма скорости при предохранительном торможении может иметь ступенчатый вид, что объясняется упругими колебаниями канатов из-за резкого изменения нагрузки. Это не является дефектом. Мгновенные значения замедлений не определяются, а средние замедления определяются, как описано выше. Для уменьшения ступенчатости диаграммы желательно тормозную систему отрегулировать на создание замедлений предохранительного торможения при спуске груза, близких к нижнему допустимому пределу. С этой же целью следует принять меры по более плавному приложению тормозного момента (у машин с пружинно-пневматическим приводом тормоза — регулировкой выхлопных клапанов и установкой дроссельных шайб после электромагнитных клапанов, выпускающих воздух из цилиндров рабочего торможения). Однако при этом продолжительность холостого хода и время срабатывания тормоза должны остаться в допустимых пределах.

Если фактические величины продолжительности холостого хода и времени срабатывания тормоза не удовлетворяют требованиям ПБ, необходимо найти причину и устранить ее. Причинами могут быть:

медленное отпадание контактора предохранительного торможения;

медленное отпадание якоря электромагнита. В таких случаях следует отрегулировать электромагнит, просверлить дополнительные отверстия в поршне демпфера электромагнита, либо вообще снять поршень;

большой зазор между тормозными колодками и ободом;

заедание шарниров исполнительного органа тормоза;

слишком малый тормозной момент первой ступени при двухступенчатом торможении;

засорение трубопроводов тормозной системы;

низкая температура воздуха в здании подъемной машины, следствием чего является загустевание масла, используемого в качестве рабочей жидкости или для смазки, а для машин с пневматическими тормозами — замерзание конденсата в трубах;

слишком тугая затяжка сальников или манжет тормозных цилиндров;

для машин с грузовым приводом тормоза — излишний уровень масла в демпфере, малое сечение перепускного канала в демпфере, либо чрезмерно густое масло в электрогидравлическом приводе;

для машин с гидрогрузовым приводом тормоза — чрезмерно густое масло в тормозной системе, неполное открытие перепускных отверстий краном предохранительного торможения, малый диаметр отверстия в дроссельной шайбе, отсутствие расширительного бачка *21* (см. рис. 3.13);

для машин с пружинно-гидравлическим приводом тормоза — чрезмерно густое масло в тормозной системе, чрезмерная затяжка пружины клапана замедленного торможения;

для машин с пружинно-пневматическим приводом тормоза (с тормозными грузами и безгрузных) — чрезмерная затяжка пружин регулируемых выхлопных устройств;

для машин НКМЗ — медленное нарастание давления первой ступени из-за неудовлетворительной работы регулятора давления.

Могут иметь место также другие причины.

Следует иметь в виду, что на некоторых подъемных машинах американского производства «Оттумва», «Копперс», «Аллис Чалмерс» и др. продолжительность холостого хода тормоза велика и доходит до 2,5 с. Уменьшить ее не представляется возможным из-за конструктивных особенностей тормозов.

При несоответствии фактической продолжительности холостого хода и времени срабатывания тормоза нормам ПБ необходимо в отчете по ревизии и наладке установки указать причину этого. Ограничитель скорости должен быть настроен с учетом фактического времени срабатывания тормоза из условия недопущения аварийного переподъема. Отклонение от требований ПБ по продолжительности холостого хода и времени срабатывания тормоза должно быть согласовано с местным органом Госгортехнадзора.

При несоответствии величин замедлений предохранительного торможения требованиям ПТЭ необходимо произвести соответствующую регулировку тормоза.

При недопустимо малых замедлениях при спуске груза следует:

увеличить тормозной момент в пределах, допустимых для данного типоразмера тормоза;

увеличить тормозной момент первой ступени при двухступенчатом торможении.

При недопустимо больших замедлениях при подъеме груза следует:

уменьшить тормозной момент в пределах, допускаемых ПТЭ;

уменьшить тормозной момент первой ступени торможения, увеличить задержку наложения второй ступени при двухступенчатом торможении.

## 3.10.3. Особенности испытания тормозов наклонных подъемных установок

Испытание тормоза наклонного подъема следует начинать с наименее опасного режима — режима спуска груза. Определив фактическую величину среднего замедления $a_{с.ф}$ при предохранительном торможении при спуске груза на участке выработки с наименьшим углом наклона, необходимо предварительно вычислить ожидаемую величину замедления при подъеме груза:

$$a_{п.о} = a_{с.ф} + \frac{2 \cdot 10^3 g T'_{о\,(с)}}{M_{пр}}, \qquad (3.139)$$

где $T'_{о\,(с)}$ — разность статических натяжений канатов (для одноконцевого подъема — натяжение каната) при спуске груза в точке ствола, где производилось испытание тормоза, кН; $M_{пр}$ — приведенная масса установки, кг; $g = 9{,}81$ — ускорение свободного падения, м/с$^2$.

При подсчете ожидаемого замедления $a_{п.о}$ могут иметь место три варианта.

1. Ожидаемое замедление $a_{п.о}$ удовлетворяет требованиям ПТЭ. В этом случае можно производить испытание тормоза при подъеме груза на участке выработки с минимальным углом наклона. Рекомендуется на верхней вагонетке партии установить устройство, регистрирующее величину набегания партии вагонеток на канат (см. 3.10.4). Испытание производить 3—4 раза, повышая скорость при каждом испытании, последнее испытание произвести при максимальной скорости. После каждого испытания проверять отсутствие набегания вагонеток на канат. Если набегание появилось, дальнейшие испытания тормоза с повышением скорости следует прекратить и отрегулировать тормоз на меньшую величину среднего замедления $a_{с.ф}$. Внимательно следить за струной каната во время испытания. При

отсутствии устройства, регистрирующего величину набегания вагонеток на канат, оценить наличие и степень набегания можно визуально по силе рывка каната после предохранительного торможения. Сильный рывок, если он происходит с заметной задержкой после остановки машины, свидетельствует о наличии набегания и обратного скатывания сосуда (вагонеток). Следует отличать рывок каната, вызванный обратным скатыванием сосуда (вагонеток), от нормальных упругих колебаний каната при испытании тормоза.

2. Ожидаемое замедление $a_{п.о}$ превышает допустимое ПТЭ для минимального угла наклона выработки. Однако если $a_{с.ф}$ принять равным или близким к нижнему пределу, допускаемому ПТЭ, то $a_{п.о}$ окажется в допустимых пределах. В этом случае необходимо отрегулировать тормоз для уменьшения $a_{с.ф}$ до требуемой величины, повторно испытав его при спуске груза. Лишь после того, как $a_{п.о}$ окажется в пределах, допускаемых ПТЭ, можно производить испытание предохранительного торможения при подъеме груза в последовательности, описанной для первого варианта.

3. Ожидаемое замедление при подъеме груза $a_{п.о}$ находится в допускаемых ПТЭ пределах лишь в том случае, когда при спуске груза фактическое среднее замедление $a_{с.ф}$ будет меньше допускаемого ПТЭ нижнего предела. Этот вариант распространен для наклонных подъемных установок с малыми углами наклона, с большой разницей углов наклона участков выработки, когда один и тот же закон нарастания тормозного момента при предохранительном торможении не может обеспечить требуемые величины средних замедлений при подъеме и спуске расчетного груза. Для таких установок следует в первую очередь применять устройства избирательного предохранительного торможения, упомянутые в 3.9. При наличии таких устройств допускается увеличить время срабатывания тормоза свыше 0,8 с при подъеме груза, если при спуске груза это время отвечает требованиям ПБ.

До установки устройств избирательного предохранительного торможения, или если такие устройства для данного типа тормоза не разработаны, допускается уменьшить величину замедления при предохранительном торможении при спуске груза до 0,4 м/с. Если настроить тормоз исходя из этого условия, то в некоторых случаях окажется возможным осуществить предохранительное торможение при подъеме груза без набегания вагонеток (сосудов) на канат.

Поскольку такая регулировка предполагает установку дроссельных шайб с отверстием малого диаметра, возможны также отклонения от требований ПБ в части продолжительности холостого хода и времени срабатывания тормоза. Эти отклонения могут быть допущены для предотвращения наиболее опасного для наклонного подъема явления — набегания подъемных сосудов на канат.

Если при испытании тормоза при подъеме груза выяснится, что величина замедления при предохранительном торможении удовлетворяет требованиям ПТЭ и имеется некоторый запас, можно ускорить нарастание тормозного момента, чтобы уменьшить величину отклонения от прочих требований ПТЭ и ПБ к тормозным устройствам.

Отклонения от отдельных требований ПБ и ПТЭ к тормозным устройствам необходимо согласовать с местным органом Госгортехнадзора.

Регулировочные возможности тормозной системы следует считать исчерпанными, когда:

диаметр отверстия в дроссельной шайбе равен минимальному, допускаемому заводом-изготовителем;

при предохранительном торможении при спуске груза превышение скорости $v_с$ над максимальной $v_{max}$ (см. рис. 3.59) окажется равным 25 %, дальнейшая задержка нарастания тормозного момента может привести к опасному превышению скорости при спуске груза.

Если же никакими из предложенных мер не удается настроить тормозную систему на создание требуемых замедлений при предохранительном торможении, то необходимо:

расчетом тормозной системы (см. 3.2.2.1) и результатами испытаний доказать невозможность обеспечения выполнения всех требований ПБ и ПТЭ к тормозным устройствам;

обратиться за консультацией к заводу-изготовителю подъемной машины и в проектную организацию;

в наклонных выработках с углом наклона менее 15° переходить на другие виды транспорта (конвейерный, монорельсовые дороги, подвесные пассажирские моноканатные дороги и т. д.);

с целью уменьшения величины набегания подъемных сосудов на канат для подъемов, имеющих значительный резерв производительности, рекомендовать шахте уменьшить скорость путем замены двигателя или редуктора, либо другим способом;

при подъеме груза проходить с малой скоростью (около 0,3 м/с) участки выработки с наименьшим углом наклона.

Испытание предохранительного торможения при подъеме груза для таких установок следует производить при скорости не более половины максимальной.

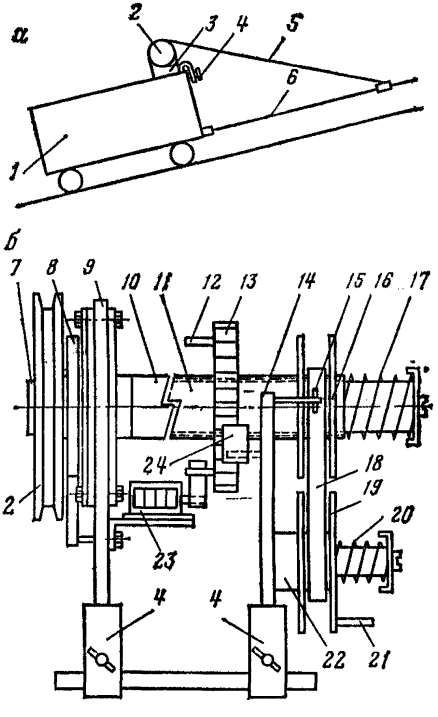



**Рис. 3.60. Устройство для измерения набегания вагонеток на канат:**
*а* — установка устройства на вагонетке;
*б* — кинематическая схема устройства

## 3.10.4. Устройство для измерения величины набегания вагонеток (сосудов) на канат

Устройство для измерения величины набегания вагонеток на канат (рис. 3.60) в наклонных выработках при торможении подъемной установки включает в себя стальной тросик (или леску диаметром 0,8—1 мм) *5*, намотанный на шкив *2*. Один конец тросика крепится на шкиве, вторым концом — жимком к канату *6* на расстоянии 3—7 м от вагонетки. При растягивании тросика *5* шкив *2*, вращаясь, закручивает ленточную пружину *8* (рис. 3.60, *б*). Корпус регистрирующего устройства *3* крепится струбцинами *4* к борту вагонетки *1*. Регистрирующий прибор включает вал *7*, установленный в подшипниках стойки *9*. Шкив *2* жестко закреплен на валу *7*, на котором установлена зубчатая обгонная муфта, состоящая из двух полумуфт: ведущей *10* и ведомой *11*, причем полумуфта *11* свободно установлена на валу. Храповое колесо *13* жестко закреплено на полумуфте *11*. Собачка *24* храпового колеса закреплена на стойке *14*. Храповое колесо снабжено шпильками *12*, взаимодействующими со счетчиком *23*, цена одной единицы счета которого определяется в зависимости от диаметра навивки шкива *2* и числа шпилек на храповом колесе. На ведомой полумуфте *11*, подпружиненной с торца пружиной *17*, жестко закреплена приемная кассета *16* лентопротяжного механизма. Подающая кассета *19* лентопротяжного механизма свободно установлена на валике *22*, закрепленном на стойке *14*, и подпружинена пружиной *20*. На стойке *14* закреплено пишущее устройство, включающее графитовый стержень *15* с цанговым устройством, для вычерчивания линий на бумажной ленте *18*. Подающая кассета лентопротяжного механизма снабжена ручкой *21* для обратной перемотки ленты *18*.

Устройство работает следующим образом.

Для измерения величины набегания сосуда на канат при торможении подъемной установки в наклонных выработках устройство необходимо закрепить на вагонетке. При растягивании троса *5* (см. рис. 3.60, *а*) вращение шкива *2* и вала *7* не передается через обгонную муфту кассете *16*, удерживаемой храповым меха-

низмом, состоящим из колеса *13* и собачки *24*. Кассета *16* совершает возвратно-поступательные движения вдоль оси, а пишущее устройство *15* вычерчивает на ленте поперечную линию, означающую начало отсчета. При торможении подъемной установки возможно набегание сосуда на канат. В результате тросик *5* провисает, напуск которого выбирает механический компенсатор, выполненный в виде пружины *8*. При этом начинает вращаться шкив *2*, который через обгонную муфту вращает храповое колесо, а пишущее устройство *15* отмечает на ленте *18* величину набегания в виде прямой линии. При обратном движении сосуда после набегания будет выбираться напуск каната, тросик *5* вновь растягивается. Как и при предыдущем растягивании тросика на ленте прочерчивается поперечная линия, означающая конец отсчета. Длина записи между двумя поперечными линиями в масштабе означает величину набегания вагонеток на канат. После выбора слабины каната может возникнуть колебательный процесс в упругой системе канат—вагонетка. Амплитуда каждого колебания будет записана на бумажной ленте и отделена поперечными линиями от амплитуд колебаний других периодов.

Для определения величины набегания вагонеток на канат и амплитуды каждого колебания необходимо отвести собачку *24*, одновременно вращая кассету *19* с помощью ручки *21* и шкива *2*, и произвести обратную перемотку ленты. При этом храповое колесо шпильками *12* воздействует на счетчик *23*. Число показаний счетчика за один оборот равно числу шпилек. Перематывая ленту от одной поперечной метки до другой, определить разность начального и конечного показаний счетчика. Зная число шпилек *12* и длину одного витка на шкиве *2*, показания счетчика перевести в линейную величину набегания вагонеток на канат и амплитуды каждого периода колебания. Погрешность измерения равна цене одного счета счетчика.

## 3.10.5. Особенности испытания тормозов подъемных установок со шкивами трения

На установках со шкивами трения менее опасным режимом предохранительного торможения является подъем груза. Поэтому в первую очередь необходимо испытать предохранительное торможение при подъеме груза. Полученная величина среднего замедления $a_{\text{п.ф}}$ не должна превышать 5 м/с$^2$, а также величины $a_{\text{п}}^{\sigma}$, вычисленной по формуле (3.77) или (3.78) при расположении машины на башенном копре (см. 3.2.2.2) или по формуле (3.91) при наземном расположении машины (см. 3.2.2.3).

Необходимо испытать также предохранительное торможение при подъеме более нагруженной ветви канатов при перегоне порожних подъемных сосудов. Полученная при этом величина $a'_{\text{п. ф}}$ должна удовлетворять тем же требованиям, вычисленным для режима перегона порожних сосудов.

По полученным значениям $a_{\text{п.ф}}$ и $a'_{\text{п. ф}}$ необходимо предварительно вычислить ожидаемые величины замедлений:

при спуске груза

$$a_{\text{с. о}} = a_{\text{п. ф}} - \frac{2 \cdot 10^3 g T_0}{M_{\text{пр}}} \qquad (3.140)$$

при спуске более нагруженной ветви канатов при перегоне порожних сосудов

$$a'_{\text{с. о}} = a'_{\text{п. ф}} - \frac{2 \cdot 10^3 g T'_0}{M'_{\text{пр}}}, \qquad (3.141)$$

где $T_0$ — разность статических натяжений ветвей канатов при подъеме груза, определяемая по формуле (3.12) для системы с двумя подъемными сосудами и по формуле (3.13) для однососудного подъема с противовесом, кН; $T'_0$ — то же при перегоне порожних сосудов, кН; $M_{\text{пр}}$ — приведенная масса установки, кг $M'_{\text{пр}}$ — то же при порожних подъемных сосудах, кг.

Ожидаемые величины замедлений должны быть не более величин $a_c^\sigma$ и $a_{c.\,пер}^\sigma$, определенных по формуле (3.79) или (3.80) при расположении машины на башенном копре или по формуле (3.92) при наземном расположении машины. Если это условие удовлетворено, можно производить испытание тормоза при спуске груза и спуске более нагруженной ветви канатов при перегоне порожних подъемных сосудов. В противном случае предварительно следует произвести соответствующую регулировку тормоза для снижения $a_{п.ф}$ и $a'_{п.ф}$, повторно испытать предохранительное торможение при подъеме груза и вновь вычислить ожидаемые величины замедлений $a_{с.о}$ и $a'_{с.о}$.

Испытание предохранительного торможения как при подъеме, так и при спуске груза следует произвести 3—4 раза, повышая скорость при каждом испытании. Во время испытания определить отсутствие проскальзывания канатов визуально или с помощью аппарата защиты от проскальзывания канатов (см. 4.7.7). Для более объективной оценки наличия и величины проскальзывания канатов рекомендуется при осциллографировании процесса предохранительного торможения записать импульсы от датчика вращения канатоведущего шкива и датчика движения канатов. Если замечено проскальзывание, дальнейшие испытания следует прекратить и произвести соответствующую регулировку тормоза. Во избежание перегрева тормозных колодок и ободов между испытаниями следует выдерживать паузы 5—10 мин.

Фактические величины замедлений при предохранительном торможении при спуске груза $a_{с.ф}$ и спуске более нагруженной ветви канатов при перегоне порожних сосудов $a'_{с.ф}$ должны быть не менее 1,5 м/с$^2$ и не более $a_c^\sigma$ и $a_{с.\,пер}^\sigma$.

После испытания предохранительного торможения подъемные сосуды следует подводить к конечным положениям осторожно, так как могло иметь место незамеченное проскальзывание канатов.

По полученным при испытании значениям $a_{п.ф}$ и $a_{с.ф}$ определить фактические динамические коэффициенты безопасности против скольжения:

при подъеме груза в сосуде, расположенном со стороны отклоняющих шкивов,

$$\sigma_п^0 = \frac{[(gT_1 - a_{п.\,ф})(T_1 + gG_{iш}10^{-3})](e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{п.\,ф}(T_1 + T_2 + gG_{iш}10^{-3}) - g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25; \qquad (3.142)$$

при подъеме груза в сосуде, расположенном со стороны, не имеющей отклоняющих шкивов,

$$\sigma_п = \frac{T_1(g - a_{п.\,ф})(e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{п.\,ф}(T_1 + T_2 + gG_{iш}10^{-3}) - g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25; \qquad (3.143)$$

при подъеме груза при наземном расположении подъемной машины

$$\sigma_п = \frac{[T_1(g - a) - a_{п.\,ф}10^{-3}(G_{iш} + G'_{iш})](e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{п.\,ф}[T_1 + T_2 + g10^{-3}(2G_{iш} + \Delta M_{пр})] - g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25; \qquad (3.144)$$

при спуске груза в сосуде, расположенном со стороны отклоняющих шкивов

$$\sigma_c^0 = \frac{T_2(g - a_{с.\,ф})(e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{с.\,ф}(T_1 + T_2 + gG_{iш}10^{-3}) + g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25; \qquad (3.145)$$

при спуске груза в сосуде, расположенном со стороны, не имеющей отклоняющих шкивов,

$$\sigma_c = \frac{[T_2(g - a_{с.\,ф}) - a_{с.\,ф}gG_{iш}10^{-3}](e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{с.\,ф}(T_1 + T_2 + gG_{iш}10^{-3}) + g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25; \qquad (3.146)$$

при спуске груза при наземном расположении подъемной машины:

$$\delta_0 = \frac{[T_2(g - a_{с.\,ф}) - a_{с.\,ф}g10^{-3}(G_{iш} + G'_{iш})](e^{\mu\alpha} - 1)}{a_{с.ф}[T_1 + T_2 + g10^{-3}(2G_{iш} + \Delta M_{пр})] + g(T_1 - T_2)} \geqslant 1{,}25, \qquad (3.147)$$

где $T_1$ и $T_2$ — статические натяжения канатов, кН. Вычисляются для каждого режима отдельно для положения сосудов, при котором имеет место максимальная статическая неуравновешенность; $\mu$ — коэффициент трения канатов о футеровку; $\alpha$ — угол охвата канатами канатоведущего шкива; значения $e^{\mu\alpha}$ принять по табл. 3.3; $G_{l\text{ш}}$ — приведенная масса блока отклоняющих шкивов (копрового шкива) одной ветви канатов, кг; $G'_{l\text{ш}}$ — приведенная масса шкива, поддерживающего трос парашютного устройства ПШТП, кг; $\Delta M_{\text{пр}}$ — приведенная масса троса и шкива парашютного устройства ПШТП, кг, определяется по формуле (3.88).

По этим же формулам определить фактические динамические коэффициенты безопасности против скольжения для случаев подъема и спуска более нагруженной ветви канатов при перегоне порожних подъемных сосудов. Для этого в формулы (3.141)—(3.146) вместо $a_{\text{п.ф}}$ и $a_{\text{с.ф}}$ подставить $a'_{\text{п.ф}}$ и $a'_{\text{с.ф}}$, а $T_1$ и $T_2$ вычислить для режима перегона порожних сосудов.

## 3.10.6. Особенности испытания тормозных устройств подземных подъемных установок

На подземных подъемных установках осциллографирование процесса предохранительного торможения не производится, а измерение величин замедлений при спуске и подъеме груза осуществляется приближенным способом по пути или времени предохранительного торможения.

Для измерения пути предохранительного торможения при остановленной машине на барабане и каком-либо неподвижном элементе нанести метки мелом. Затем машину разогнать и в момент совпадения меток включить предохранительное торможение. После остановки машины измерить по барабану путь, пройденный подъемными сосудами за время предохранительного торможения. Испытание можно производить как при максимальной, так и при сниженной скорости движения подъемных сосудов. Во втором случае фактическую скорость в момент срабатывания предохранительного тормоза определить с помощью тахометра или вольтметра тахогенератора.

Величину замедления (м/с$^2$) подсчитать по формуле

$$a = \frac{v^2}{2\,(S - vt_{\text{ст}})}, \tag{3.148}$$

где $v$ — скорость в момент срабатывания предохранительного тормоза, м/с; $S$ — путь, проходимый за время предохранительного торможения, м; $t_{\text{ст}}$ — время срабатывания тормоза, принимается равным 0,8 с.

Время $t$ предохранительного торможения измерить секундомером, а величину замедления по времени $t$ определить по формуле

$$a = \frac{v}{t - t_{\text{ст}}}. \tag{3.149}$$

Рекомендуется произвести измерения одновременно обоими способами и принять среднее значение величины замедления.

# 4. РЕВИЗИЯ И НАЛАДКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

## 4.1. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА (РУ)

Ревизию и наладку электрооборудования, входящего в комплекты РУ, произвести в соответствии с указаниями, изложенными в 4.1.2—4.1.6 и 4.3.3. Кроме того, дополнительно при ревизии и наладке собственно распредустройств (как высоковольтных, так и низковольтных) необходимо проверить:

1) соответствие номинальных данных оборудования РУ условиям работы при всех возможных рабочих режимах;

2) соответствие монтажа коммутационных аппаратов и проводов в РУ проекту и требованиям ПБ, ПТЭ и ПУЭ;

3) наличие надписей, указывающих положения рукояток управления и назначение аппаратов; надписи должны быть выполнены на лицевой и обратной стороне щита;

4) состояние контрольно-измерительных приборов (корпуса, стекла, стрелки, выводов), надежность крепления их на щите и срок госповерки. При обнаружении неисправности приборы подлежат ремонту и внеочередной поверке;

5) соответствие амперметров переменного тока установленным трансформаторам тока, а амперметров постоянного тока — своим наружным шунтам;

6) исправность высоковольтных и низковольтных предохранителей. Внешним осмотром проверить отсутствие дефектов фарфора изоляторов, патронов и их армировки, соответствие номинального тока предохранителя номинальному току патрона, плотность и полноту засыпки песком патрона (при встряхивании патрона не должно быть слышно шума пересыпающегося песка). При проверке ячеек УРВ, РВД и ЯВ-6400 убедиться в соответствии вставок предохранителей в цепях ТН заводским данным (2А для УРВ и 5А для ЯВ-6400). Запрещается применять предохранители с некалиброванными вставками;

7) состояние контактных соединений шин. Контактные соединения сборных и соединительных шин могут быть болтовыми, сварными или опрессованными. Болтовые контактные соединения проверить выборочно (при необходимости вскрытием 2—3 % соединений). Контактные поверхности болтовых соединений должны быть обработаны грубым напильником и защищены от окисления графитной смазкой или техническим вазелином.

Плотность тока (А/мм$^2$) для болтовых контактных соединений из меди должна составлять: 0,3 — при токах до 200 А; 0,2 — при токах до 600 А; 0,1 — при токах до 1000 А и более.

Для контактных поверхностей из других материалов плотность тока уменьшается: медь—алюминий в 1,3 раза; алюминий—алюминий в 1,5—2 раза; медь—латунь в 1,5—2,5 раза; медь—сталь в 7 раз; сталь—сталь в 35 раз.

Алюминиевые шины между собой и с медными должны соединяться стальными болтами, гайками и увеличенными (утолщенными) шайбами с тарельчатыми пружинами. Для застопорения болтовых соединений медных и стальных шин необходимо применять пружинные (разрезные) шайбы, а при алюминиевых шинах — не рекомендуется.

Применение латуни для крепежных болтов шин и токоведущих стержней аппаратных вводов или проходных изоляторов запрещается.

Сварные контактные соединения должны быть забракованы, если будет обнаружен пережог проводов наружного навива, нарушение сварки при перегибе соединенных проводов или усадочная раковина в месте сварки глубиной более 1/3 диаметра провода.

Опрессованные контактные соединения должны быть забракованы, если:

их геометрические размеры (длина и диаметр опрессованной части) не соответствуют требованиям инструкции по монтажу соединительных зажимов данного типа;

на поверхности соединителя или зажима имеются трещины, следы значительной коррозии и механических повреждений;

кривизна опрессованного соединителя превышает 3 % его длины;

8) окраску и расположение шин. Шины должны быть окрашены и иметь следующие цвета: фаза А — желтый, фаза В — зеленый, фаза С и положительная шина постоянного тока — красный, отрицательная шина постоянного тока — синий.

В РУ переменного тока при вертикальном расположении шин фаза А располагается вверху, фаза В — в середине, фаза С — внизу, а при расположении шин в горизонтальной плоскости: фаза А — дальняя от коридора обслуживания, фаза В — средняя, а фаза С — ближняя к коридору обслуживания. Вертикальные отверстия от сборных шин располагаются так, чтобы фаза А была левой, фаза В — средней и фаза С — правой, если смотреть на ответвления из коридора обслуживания.

В РУ постоянного тока положительная шина располагается внизу, а отрицательная — вверху при вертикальной установке шин, и при расположении шин в горизонтальной плоскости положительная шина — ближняя от коридора обслуживания, а отрицательная — дальняя;

9) величину сопротивления изоляции РУ. Сопротивление изоляции полностью собранных первичных цепей РУ выше 1000 В с установленными в них узлами и деталями, которые могут оказать влияние на результаты испытаний, должно быть не менее 1000 МОм. Измерения произвести мегомметром на напряжение 2500 В. При неудовлетворительных результатах измерение произвести поэлементно, при этом сопротивление изоляции каждого элемента должно быть не менее 1000 МОм.

Измерение сопротивления изоляции вторичных цепей РУ выше 1000 В, а также аппаратов, вторичных цепей и электропроводки РУ до 1000 В произвести в соответствии с ПУЭ;

10) электрическую прочность изоляции РУ. Изоляцию проверить повышенным напряжением промышленной частоты. (Измерения произвести для вновь смонтированного оборудования в соответствии с требованиями ПУЭ);

11) величину сопротивления постоянному току контактов токоведущих частей РУ. Измерение произвести на вновь смонтированном оборудовании у сборных и соединительных шин на 1000 А и более на 2—3 % соединениях методом падения напряжения или двойным мостом. Величина падения напряжения или сопротивление на участке шины длиной 0,7—0,8 м в месте контактного соединения не должна превышать падения напряжения или сопротивления участка шин той же длины и того же сечения более чем в 1,2 раза.

Плотность контактных соединений шин и аппаратов РУ можно проверить также током, при котором контакт должен работать, с помощью нагрузочного трансформатора. Максимальная температура контакта при этом испытании не должна превышать 70 °С при температуре окружающей среды 35 °С, т. е. перегрев не должен быть больше 35 °С.

### 4.1.1. Разъединители

При ревизии и наладке разъединителей необходимо проверить:

1) состояние изоляторов. Протереть изоляторы сухой ветошью, не оставляющей ниток и волосков. Сильно загрязненные изоляторы протереть ветошью, смоченной в бензине или ацетоне. При наличии дефектов в армировке изолятора (рис. 4.1) изолятор должен быть заменен;

2) соосность и одновременность включения контактов. Вхождение подвижного контакта в неподвижный должно происходить соосно, без боковых ударов. Неодновременность включения контактов допускается не более 3 мм. Соосность и одновременность включения контактов отрегулировать перемещением контакторов на изоляторе за счет имеющихся люфтов или с помощью прокладок из листовой стали под изоляторы;

3) глубину захода контактов. У разъединителей рубящего типа ножи при включенном приводе не должны доходить до упора в контактные площадки на 3—5 мм. В зависимости от конструкции разъединителя регулировку глубины

захода контактов произвести изменением длины винта *5* или подпиловкой полки *6* ограничителя хода ножа (рис. 4.2). При этом расстояние между ножом и неподвижным контактом при включенном приводе должно не менее чем на 20 % превышать расстояния между соседними полюсами.

У штепсельных разъединителей КРУ глубину захода контактов проверить через верхнее окно сборных шин (для шинного разъединителя). Для линейного

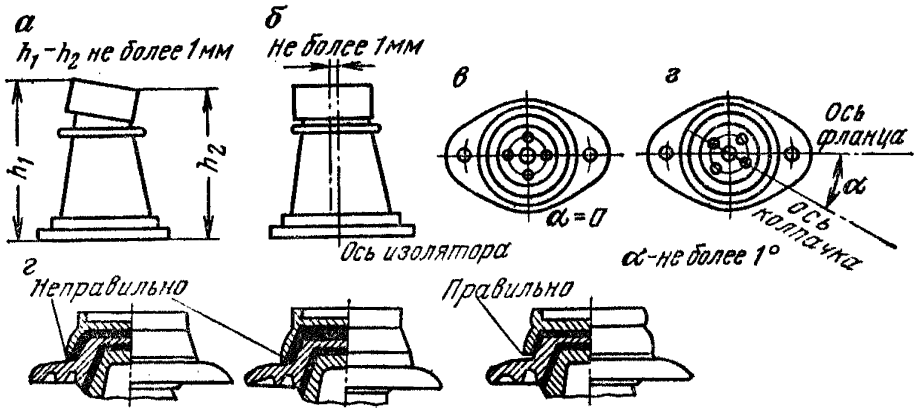



**Рис. 4.1. Дефекты в армировке изоляторов:**
*а* — смещение колпачка и фланца; *б* — несовпадение центра колпачка с осью изолятора; *в* — несовпадение осей отверстия колпачка и фланца; *г* — отсутствие запоров в шве армировки

разъединителя КРУ при проверке глубины захода использовать метод сравнения, так как доступ к нему, когда тележка находится в рабочем положении, затруднен. Поэтому при полностью выкаченной тележке проверить размеры от задней стенки до основания неподвижного контакта у линейного и шинного разъединителей и размеры между концами ножей подвижных контактов и стенкой тележки. Полученные величины должны соответствовать заводским данным с допуском ± 2 мм. Глубину захода контактов отрегулировать изменением рабочего положения тележки;

4) качество контакта. У разъединителей рубящего типа проверку произвести щупом 0,05×10 мм, который не должен проходить на глубину более 5—6 мм. В линейных контактах на поверхности ножа при включении и отключении должны прочеркиваться риски (не менее трех, не лежащих на одной прямой).

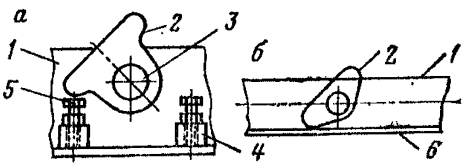



**Рис. 4.2. Ограничитель хода ножа:**
*а* — регулируемый; *б* — нерегулируемый; *1* — рама; *2* — ограничитель; *3* — вал; *4* — втулка упора; *5* — винт упора; *6* — полка ограничителя хода ножа

У штепсельных разъединителей КРУ для проверки качества контакта необходимо измерить межцентровые расстояния у неподвижных и подвижных контактов штепсельных разъединителей. Они должны совпадать с точностью до ± 1 мм. Используя отвес, убедиться в правильности установки всех контактов относительно вертикальной плоскости.

Контактную поверхность при грубых дефектах исправить напильником, при окисленной поверхности — очисткой мягкой стальной щеткой и мелкозернистой стеклянной бумагой с последующей протиркой смоченной в бензине тряпкой. После этого поверхности покрыть тонким слоем технического вазелина ЦИАТИМ-201;

5) сопротивление изоляции поводков и тяг, выполненных из органических материалов. Измерение произвести мегомметром на напряжение 2500 В. Величина сопротивления изоляции при номинальном напряжении разъединителей 3—10 кВ должна быть не менее 1000 МОм;

6) электрическую прочность изоляции (измерения произвести для вновь смонтированного оборудования согласно ПУЭ);

7) состояние блокировки заземляющих ножей (для разъединителей серии РВЗ). Включение заземляющих ножей должно происходить только после того, как главные ножи займут крайнее отключенное положение. Качество крепления блокирующих рычагов должно надежно предотвращать включение заземляющих ножей при включенных главных и наоборот; подгонка блокирующих рычагов обеспечивает надежную работу без перекосов и заеданий как вала главных ножей, так и вала заземляющих. Угол поворота при полном отключении заземляющих ножей должен быть 90°.

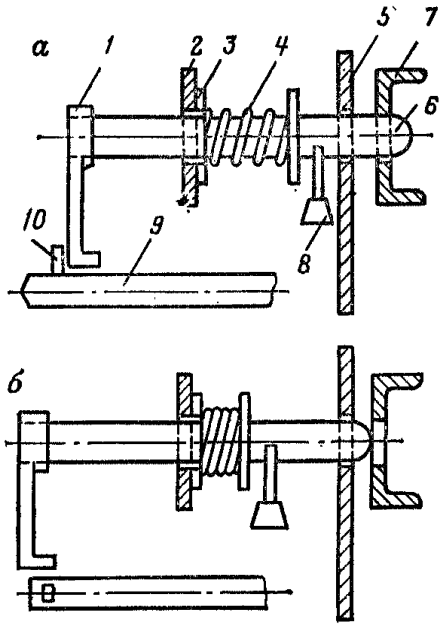



**Рис. 4.3. Механическая блокировка КРУ:**

*а* — тележка заперта: *б* — тележка отперта; *1* — планка; *2* — кронштейн; *3* — шайба; *4* — пружина; *5* — стойка тележки; *6* — валик; *7* — швеллер; *8* — рукоятка; *9* — вал привода; *10* — рычаг

## 4.1.2. Приводы к разъединителям

При ревизии и наладке приводов к разъединителям необходимо проверить:

1) соответствие монтажа привода установочным чертежам проекта или заводских инструкций и наличие на лицевой части приводов разъединителей надписей, указывающих назначение и производимые ими операции;

2) отсутствие заеданий и надежность закрепления привода. При необходимости смазать трущиеся части солидолом. Проверить наличие охранного кольца на приводной тяге разъединителя. В ячейках КРУ, УРВ, РВД проверить сальниковые уплотнения, качество стыковки и надежность крепления выкатной части к шинной камере.

3) состояние блокировочных контактов КСА. При включении разъединителя контакты КСА должны замыкаться или размыкаться, как можно позже, когда кончается ход ножа, примерно, на 5° раньше касания силовых контактов, а при отключении — когда нож уже пройдет 75 % своего хода вне контакта.

Тягу блок-контактов КСА (КСУ) соединить с приводом после окончания наладки разъединителя. Регулировку моментов замыкания и размыкания их цепи произвести изменением длины этой тяги и перемещением ее вдоль прорезей в секторе блок-контактов КСА. Контактные шайбы насаживать на валик КСА смещенными относительно друг друга на чередующиеся углы 60 и 120° (при необходимости шайбы можно смещать на угол, кратный 30°).

Длительно допустимый ток через контакты КСА составляет 10 А; ток отключения составляет 10 А при переменном токе и 1,5 А — при постоянном токе;

4) фиксацию рукояток привода разъединителя в крайних положениях. В обоих крайних положениях рукоятка привода разъединителя должна надежно запираться защелкой или замком. При наличии электромагнитных блок-замков произвести их ревизию и наладку;

5) работу привода совместно с разъединителем. При многократных операциях включения и отключения не должны наблюдаться разрегулировка системы, деформация тяги, вибрация, смещения и перекос плиты и рамы, задержки подвижных частей. Холостой ход привода и системы рычагов не должен превышать 5°. Уменьшение холостого хода достигается более точной регулировкой привода, уменьшением зазоров в сочленениях, подвертыванием тяг;

6) состояние блокировки привода разъединителя с приводом масляного выключателя, препятствующей операциям с разъединителем при включенном

масляном выключателе. Наиболее часто применяются механическая и электромагнитная блокировки.

Механическая блокировка (рис. 4.3) применяется в комплектных распредустройствах КРУ со встроенными штепсельными разъединителями. Проверку работы этой блокировки произвести следующим образом.

При запертой тележке и включенном масляном выключателе передвинуть валик *6* в крайнее положение по направлению к рычагу *10* и проверить, нет ли зазора между рычагом *10* и планкой *1*, а также измерить насколько валик *6* выступает из швеллера *7*. Так как из-за наличия люфтов в различных узлах тележка не занимает строго фиксированного положения, блокировка будет работать надежно, если валик *6* будет выступать за швеллер на 10—15 мм.

Отключить масляный выключатель и рукояткой *8* сжать пружину *4* до конца. В этом положении планка *1* должна препятствовать повороту вала привода *9*, а валик *6* должен полностью выйти за пределы швеллера. Если в отпертом положении тележки рычаг *10* или планка *1* при попытке включить масляный выключатель будут упираться друг в друга только краями, следует заменить деталь, создающую ненадежный упор, или выяснить причину плохого касания и устранить ее. Необходимо убедиться, что блокировка препятствует включению масляного выключателя при выкатывании тележки вплоть до установки в контрольное положение, когда штепсельные контакты будут надежно разъединены.

Электромагнитная блокировка применяется при наличии отдельно смонтированного разъединителя рубящего типа с помощью электромагнитных блок-замков. Проверку такой блокировки следует произвести без снятия с шин напряжения, но при отключенном масляном выключателе. Имитацию включенного состояния масляного выключателя произвести искусственным разрывом блок-контакта ВМ, после чего вставить ключ в блок-замок. При исправной блокировке катушка ключа в этом случае не возбуждается и разблокировать привод не удается.

## 4.1.3. Трансформаторы тока (ТТ)

При ревизии и наладке *ТТ* необходимо проверить:

1) правильность монтажа. Внешним осмотром проверить отсутствие повреждений изоляции кожуха и контактных частей, надежность крепления *ТТ*, заземление корпуса и вторичных обмоток, наличие перемычек, закорачивающих свободные вторичные обмотки. Начало (зажим *Л1*) первичной обмотки *ТТ* должно быть подсоединено со стороны источника питания, а конец (зажим *Л2*) — со стороны потребителя (рис. 4.4);

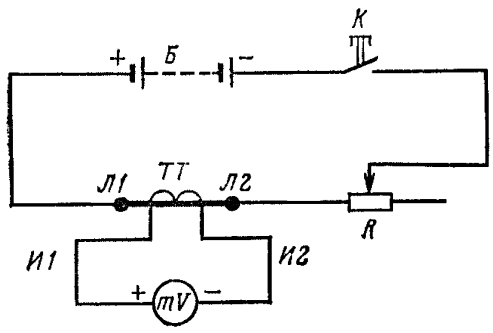



**Рис. 4.4. Схема проверки полярности выводов ТТ:**

*К* — ключ; *Б* — батарея; *R* — регулировочное сопротивление; *Л1И1* начала обмоток; *Л2И2* — концы обмоток; *mV* — милливольтметр

2) состояние контактных соединений. Поверхность контакта должна быть ровной, без больших вмятин и раковин (полировка или шлифовка контактной поверхности не рекомендуется) и покрыта тонким слоем технического вазелина. В сыром помещении поверхность должна иметь специальное токопроводящее антикоррозийное покрытие;

3) состояние изоляторов (см. 4.1.1);

4) правильность маркировки зажимов (для новых трансформаторов). Проверку произвести с помощью милливольтметра и источника постоянного тока, включенных, как показано на рис. 4.4. При правильном обозначении зажимов в момент замыкания ключа *К* стрелка милливольтметра будет отклоняться вправо от нуля;

5) величину сопротивления изоляции обмоток. Измерения сопротивления изоляции первичной обмотки произвести мегомметром на напряжение 2500 В,

а вторичных обмоток — мегомметром 1000 В между обмотками и между каждой обмоткой и корпусом трансформатора. Величина сопротивления изоляции первичных и вторичных обмоток не нормируется, но сопротивление изоляции вторичной обмотки вместе с присоединенными к ней цепями должно быть не менее 1 МОм;

6) величину коэффициента трансформации [производится одновременно с проверкой токовой защиты (см. 4.7)]. Расхождение измеренного коэффициента трансформации *ТТ* с паспортным не должно превышать величины, определяемой классом точности *ТТ*;

7) электрическую прочность изоляции *ТТ* (для вновь смонтированного оборудования в соответствии с ПУЭ).

## 4.1.4. Трансформаторы напряжения (ТН)

При ревизии и наладке ТН необходимо проверить:

1) соответствие монтажа установочным чертежам проекта или заводским инструкциям. Одновременно проверить заземление корпуса и вторичных обмоток ТН. Если к трансформатору напряжения, кроме приборов, присоединяются также оперативные цепи защиты (или цепи синхронизации), глухое заземление его вторичной обмотки допускается заменять заземлением через пробивной предохранитель;

2) состояние изоляторов (см. 4.1.1);

3) сообщаемость бака с маслоуказателем и отсутствие заглушек в дыхательных устройствах. Если при сливе небольшого количества масла через спускную пробку уровень в маслоуказателе понизится, сообщаемость имеется. После проверки необходимо долить в трансформатор соответствующее количество масла.

Проверить отсутствие резиновой шайбы под болтом в отверстии для заливки масла и наличие отверстия в шайбе, предназначенной для выхода газов;

4) величину уровня и отсутствие течи масла. Уровень масла в маслоуказателе должен находиться против черты, соответствующей данной окружающей температуре. При наличии следов течи масла ее необходимо устранить;

5) сопротивление изоляции (см. 4.1.3). При неудовлетворительных результатах испытания масло в ТН полностью заменить и повторить испытания;

6) величину тока холостого хода. Измерение произвести при необходимости определения состояния магнитопровода ТН и отсутствия витковых замыканий в его обмотке. При плохом состоянии магнитопровода или наличии витковых замыканий ток х. х. значительно возрастает по сравнению с заводскими данными или результатами предыдущих измерений.

7) электрическую прочность изоляции (испытание произвести для вновь смонтированного оборудования в соответствии с ПУЭ).

## 4.1.5. Масляные выключатели до 10 кВ

### 4.1.5.1. Общие указания

В высоковольтных распредустройствах шахтных подъемных машин получили распространение многообъемные (баковые) масляные выключатели (ВМБ-10, ВМ-16) и малообъемные (маломасляные) выключатели (ВМГ, ВМП).

При ревизии и наладке указанных типов масляных выключателей необходимо проверить:

1) надежность крепления выключателя. При проверке обратить внимание на равномерность затяжки всех крепежных болтов, наличие уплотняющих прокладок и шайб. У маломасляных выключателей при помощи отвеса определить отсутствие смещения и перекосов цилиндров. В случае обнаружения перекоса его следует устранить перемещением цилиндров вместе с опорными изоляторами относительно рамы;

2) состояние изоляторов. Опорные изоляторы проверить согласно 4.1.1. Для проходных изоляторов требования те же, что и для опорных, отсутствие коррозии контактных поверхностей и конусности у токоведущих стержней и наличие антикоррозийного покрытия на болтах, гайках и шайбах;

Таблица 4.1

| Выключатель | Усилие нажатия в контактах, Н (кгс) | Ход масляного буфера, мм | Ход в контактах (вжим), мм | Ход контактного стержня (траверсы), мм | Угол поворота вала, градус | Допустимая неодновременность размыкания и замыкания контактов, мм | Привод |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Баковые масляные выключатели | | | | | | |
| ВМБ-10 | 294±49 (30±5) | — | 12±1 | 102±2 | 98±3 | 3 | ПРА-10, ПРБА, ПСМ |
| ВМ-16 | 88±9,8 (9±1) | — | 40±1 | 133±2 | 85±3 | 3 | ПРБА, ПС-10 |
| ВМ-10 | 215,7±29,4 (22±3) | — | 10±1 | 100±2 | — | 3 | Встроенный в ячейки УРВ и РВД |
| | Малообъемные масляные выключатели | | | | | | |
| ВМГ-133-I (II) / ВМГ-133-III | 78,5 (8) | 14±1 / 20±1 | 40±2 | 250±5 | 54 | 5 | ПС-10, ППМ-10, ПРБА, ПС-10 |
| ВМГ-10 | 196,1±9,8 (20±1) | 20±1 | 45±5 | 210±5 | 54 | 5 | ПЭ-11, ПП-61, ПП-67 |
| ВМП-10 ВМП-10К | 196,1±9,8 (20±1) | 20±1 | $60^{+3}_{-5}$ | $240^{+5}$ | 87±2 | 5 | ПЭ-11 |
| ВМП-10П (ВМПП-10) | 196,1±9,8 (20±1) | 20±1 | $60^{+3}_{-5}$ | $240^{+5}$ | 87±2 | 5 | Встроенный пружинный |

3) состояние контактных выводов и ошиновки. Контактные выводы выключателя и концы шин должны быть чистыми и покрыты тонким слоем смазки ЦИАТИМ-203. Выводы выключателя имеют защитное гальваническое покрытие, поэтому зачистка контактных поверхностей напильником или наждачной шкуркой недопустима. При необходимости очистки следует пользоваться растворителем;

4) уровень и отсутствие течи масла. При отключенном масляном выключателе по маслоуказателю убедиться, что трансформаторное масло залито в требуемом объеме. Течь масла через разъемы не допускается;

5) сопротивление изоляции подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов. Измерение произвести мегомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 1000 МОм;

6) качество трансформаторного масла (проверку производят по заказу шахты в специальных лабораториях.). Допустимые величины показателей качества трансформаторного масла приведены в ПУЭ и ПТЭ;

7) электрическую прочность изоляции (измерения производят для вновь смонтированного оборудования в соответствии с ПУЭ);

8) неодновременность размыкания и замыкания контактов. Для баковых масляных выключателей проверку произвести по схеме, приведенной на рис. 4.5. По этой же схеме проверку производят и для малообъемных масляных выключателей, только вместо шести ламп применяют три. Предельные величины неодновременности приведены в табл. 4.1;

9) величину переходного сопротивления контактов. Измерения произвести либо методом прямого измерения с помощью микрометра или моста, либо методом амперметра — вольтметра. Величины переходных сопротивлений контактов должны соответствовать данным завода-изготовителя.

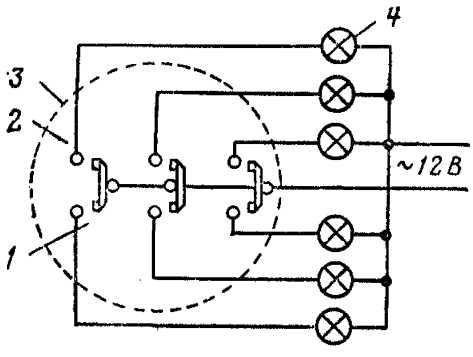



**Рис. 4.5. Схема для проверки неодновременности размыкания и замыкания контактов выключателя ВМБ-10:**

*1* и *2* — подвижный и неподвижный контакты выключателя; *3* — бак; *4* — электролампы

### 4.1.5.2. Баковые масляные выключатели

При ревизии и наладке баковых масляных выключателей дополнительно к изложенному в 4.1.5.1 необходимо произвести ревизию и регулировку контактной системы выключателя.

Для обеспечения доступа к контактной системе бакового выключателя необходимо опустить бак вниз при помощи специальных устройств, предусмотренных конструкцией выключателя.

При ревизии контактной системы выключателя необходимо проверить:

1) состояние контактов. Площадь касания контактов должна быть не менее 70 % общей контактной поверхности. Наконечники рабочих контактов следует заменить, если глубина выгорания составляет более 2—3 мм; неровности снять напильником. При замене наконечника неподвижного контакта выключателя ВМБ-10 новый наконечник навернуть до упора, после чего проверить горизонтальное положение нижнего скошенного торца контакта; необходимое положение достигается поворотом изолятора. При замене подвижного контакта новый наконечник закрепить так, чтобы грани его устанавливались параллельно шине, а штифт вошел бы в отверстие в торце контакта.

При осмотре неподвижных контактов следует проверить горизонтальное положение нижнего скошенного торца контакта. Если положение контакта требует исправления, то ослабить болты, крепящие изолятор к крышке, и повернуть изолятор вокруг его оси до такого положения, при котором торец контакта установится горизонтально;

2) величину хода в контактах (вжим). Ход контактов определить по величине сжатия (вжима) контактных пружин, он должен удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 4.1. При необходимости ход контактов отрегулировать поворотом вала привода по отношению к валу выключателя. При этом у выключателей ВМБ-10 (рис. 4.6) расстояние по вертикали между торцами неподвижного и подвижного контактов в отключенном состоянии должно составлять $90 \pm 2$ мм;

3) величину нажатия контактов. У баковых выключателей контактное давление определить по величине провала контактов, т. е. по величине перемещения подвижных контактов от момента их соприкосновения с неподвижными контактами до полного включения выключателя. Нормальному давлению соответствует нормальный ход в контактах (вжим) (см. табл. 4.1). Регулировку нажатия контактов произвести вращением двух винтов, на которых закреплен комплект подвижных контактов к угольникам гетинаксовой штанги;

4) величину хода траверсы (см. табл. 4.1). При необходимости ход отрегулировать поворотом вала привода по отношению к валу выключателя или изменить длину общей тяги.

По окончании ревизии бак поднять вверх и прикрепить к крышке болтами.

Для предохранения бака от деформации при отключении тока к. з. необходимо при установке и креплении выключателя надеть на болты, стягивающие бак с крышкой, съемные предохранительные трубки. Затем сочленить вал привода и вал выключателя и произвести проверку совместной работы привода и

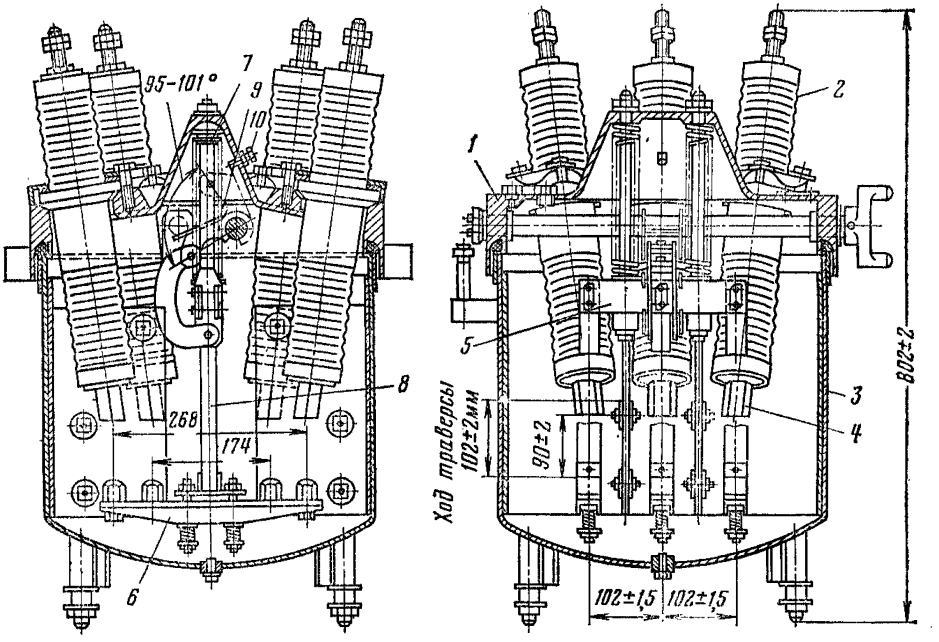



**Рис. 4.6. Выключатель ВМБ-10:**

*1* — крышка; *2* — фарфоровые проходные изоляторы; *3* — бак; *4* — неподвижные контакты; *5* — траверса; *6* — подвижные контакты; *7* — приводной механизм; *8* — изолирующая штанга; *9* — отключающие пружины; *10* — упорный регулировочный болт

выключателя. При этом проверить величину угла поворота вала выключателя (наличие нормального недохода до мертвого положения (см. табл. 4.1).

Для проверки и регулировки величины недохода следует вывинтить упорный болт *10* (см. рис. 4.6) на крышке бака и включить выключатель с переводом его за мертвую точку так, чтобы механизм выключателя удерживался во включенном положении при освобождении механизма расцепления привода. Затем вывернуть упорный болт до момента отключения, повернуть его еще на один-два оборота и закрепить контргайкой. Зазор между опорной плоскостью кривошипа и конусом упорного болта должен быть в пределах 1—1,5 мм. Грубое несоответствие этому требованию устранить изменением крепления соединительной полумуфты на валу привода.

### 4.1.5.3. Малообъемные масляные выключатели

При ревизии и наладке малообъемных масляных выключателей дополнительно к работам, изложенным в 4.1.5.1, необходимо произвести ревизию и регулировку контактной системы выключателя.

4.1.5.3.1. Выключатели ВМГ-133 и ВМГ-10. При ревизии контактной части выключателей необходимо проверить:

1) состояние контактов и камер. Проверку произвести после разборки выключателя, при которой вначале следует:

отсоединить подводящие шины и слить масло из выключателя;

снять крышки с корпусов и вынуть изоляционные цилиндры и камеры. Последовательность разборки выключателя ВМГ-133 показана на рис. 4.7.

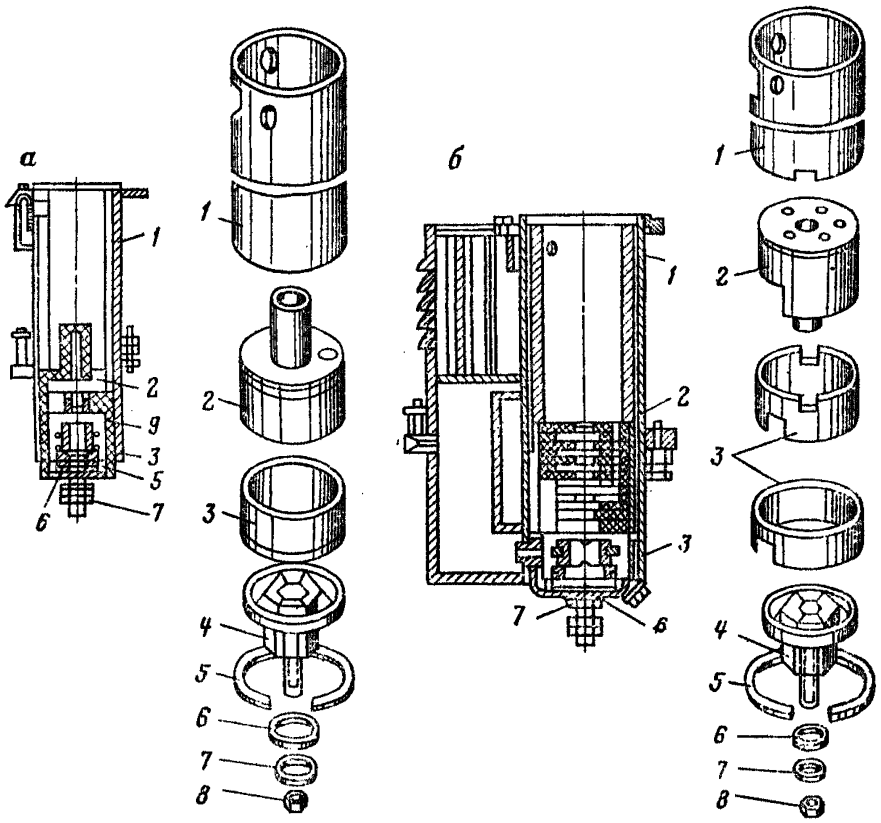



**Рис. 4.7. Разрез цилиндра выключателя типа ВМГ-133 и последовательность разборки его деталей:**

*а* — ВМГ-133-I; *б* — ВМГ-133-II и ВМГ-133-III; *1* — распорный бакелитовый цилиндр; *2* — дугогасительная камера; *3* — опорный бакелитовый цилиндр; *4* — розеточный контакт; *5* — кольцо из фанеры; *6* — уплотняющая прокладка; *7* — шайба латунная; *8* — гайка латунная; *9* — изоляционный бакелитовый цилиндр

Изоляционные детали следует вынимать осторожно, чтобы не повредить лакового покрытия. Все вынутые детали протереть чистым, слегка смоченным в бензине обтирочным материалом без ворса. Если на изоляционных деталях будут обнаружены признаки сырости, то их следует просушить.

Исправность розеточных контактов проверить рукой на ощупь. Вынимать их без надобности не следует, так как при разборке и сборке легко повреждаются нижние уплотняющие шайбы. При необходимости разборки розеточного контакта следует предварительно замаркировать пластины контактов. Проверить исправность пружин. У отрегулированного контакта должно быть $2n$ точек (площадок) касания на зачищенной поверхности стержня при одном ручном включении и отключении, где $n$ — число ламелей в розетке. Если контакты и камеры имеют незначительный износ (небольшие наплывы металла на рабочих поверхностях контактов, поверхностное обугливание перегородок камеры без увеличения сечения дутьевых каналов), то достаточно произвести зачистку этих

поверхностей напильником или мелкой наждачной шкуркой, затем промыть их трансформаторным маслом. Более поврежденные ламели розеточного контакта рекомендуется поменять местами с менее поврежденными. Если контакты и камеры сильно повреждены (имеют раковины и сквозные прожоги тугоплавкой облицовки контактов, обгорание внутреннего диаметра фибрового вкладыша камеры до величины 28—30 мм и увеличение отверстий в перегородках между первой и второй щелями до 3 мм в сторону выхлопных каналов), они должны быть заменены новыми.

При замене наконечника контактного стержня зазор между стержнем и наконечником следует обкатать гладким роликом или обжать, а сам наконечник надежно закернить. В случае значительного повреждения медной части стержня (над наконечником) его следует заменить новым.

Манжеты проходного изолятора должны обеспечить отсутствие вертикальных перемещений изоляционной трубки. При необходимости допускается установить резиновые дистанционные шайбы под нижнюю манжету изолятора;

2) величину хода контактного стержня. Для проверки необходимо во включенном положении выключателя отсоединить от тяги контактный стержень и опустить его до упора в основание розетки. В этом положении нанести риску на стержне на уровне выхода из проходного изолятора, затем приподнять стержень, соединить его с тягой и вновь нанести на нем риску. Расстояние между обеими рисками и будет являться ходом контактного стержня (см. табл. 4.1).

Кроме того, у всех цилиндров произвести замер величины запасного хода контактного стержня в розеточном контакте, который должен составлять 20—25 мм, а стержень должен входить в розетку на 40—45 мм. Величину запасного хода отрегулировать ввертыванием или вывертыванием стержня из верхнего наконечника;

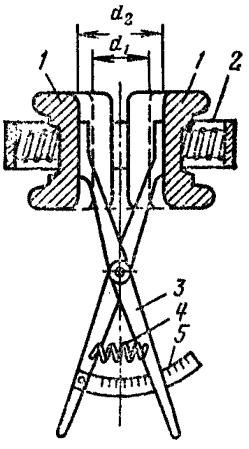



Рис. 4.8. Измерение контактного давления в розеточном контакте:
*1* — сегмент розетки; *2* — контактная пружина; *3* — приспособление; *4* — пружина (градуированная); *5* — шкала; $d_1$ — диаметр розетки в отключенном состоянии (внутренний); $d_2$ — диаметр стержня

3) величину давления в контактах. В розеточных контактах давление проверить следующим образом: стержень без смазки вставить в розетку и затем вытянуть при помощи динамометра. Можно пользоваться также методом, который показан на рис. 4.8. Требуемую величину вытягивающего усилия можно получить заменой пружины у ламелей на более жесткую;

4) величину хода (сжатия) масляного буфера. Проверку произвести после сборки цилиндра (осуществляется в последовательности, обратной разборке). Перед установкой дугогасительной камеры проверить расстояние от верха розеточного контакта до нижней плоскости камеры (размер $Г$ на рис. 4.9); это расстояние должно быть равно: у выключателей ВМГ-133-I 2—4 мм, у ВМГ-133-II и ВМГ-133-III 14—16 мм. Размер $Г$ определить как разность измеренных величин:

$$Г = А - Б + В.$$

Дугогасительную камеру в цилиндре установить так, чтобы ее выхлопные отверстия оказались расположенными со стороны изоляторов. Пазы (иногда отверстия) распорных бакелитовых цилиндров должны совпадать с отверстиями стальных цилиндров.

При установке крышки с проходным изолятором паз уплотнения следует густо смазать бакелитовым лаком. Болты затянуть равномерно по диагонали, не допуская перекоса этих узлов по отношению к цилиндру. При затягивании болтов рекомендуется проверить, нет ли заеданий и излишнего трения контактного стержня в цилиндре; для этого следует периодически опускать вниз контактный стержень с высоты примерно 300 мм. С этой высоты стержень под дей-

ствием только собственного веса должен войти в розеточный контакт примерно на 4 мм.

Собранные цилиндры установить на опорные изоляторы рамы в соответствии с маркировкой, имеющейся на цилиндрах и опорных изоляторах. Правильность установки цилиндров проверить по отвесу. Вертикальные геометрические оси цилиндра и контактного стержня должны строго совпадать. Расстояние между осями цилиндров выдержать равным 250 ± 5 мм.

Допустимые величины хода приведены в табл. 4.1. У выключателей типа ВМГ-133 для обеспечения необходимой величины сжатия зазор между шайбой буфера и его корпусом установить в пределах 0,5—1,5 мм (рис. 4.10). При меньшей величине зазора будет наблюдаться преждевременное ограничение хода вала при включении. Если зазор будет более 1,5 мм, то при включении контактные стержни по инерции пройдут дальше, чем это допустимо, и ударят о дно розеточного контакта, что может привести к разрушению

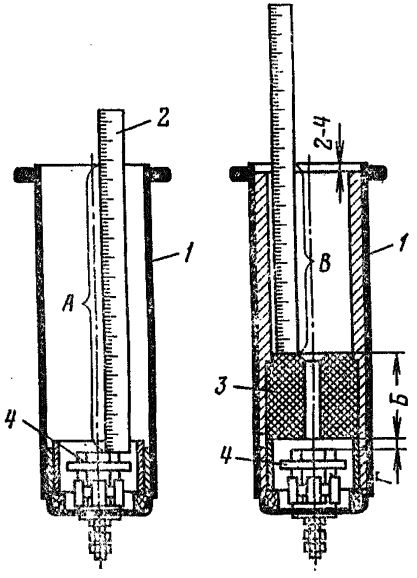



Рис. 4.9. Проверка расстояния между камерой и розеточным контактом;
*1* — цилиндр; *2* — линейка; *3* — дугогасительная камера; *4* — розеточный контакт

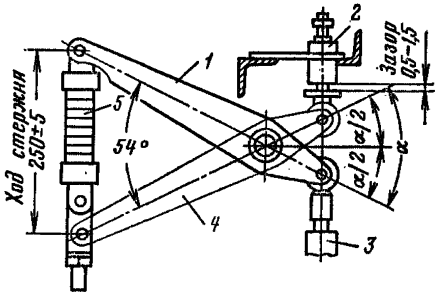



Рис. 4.10. Буферное устройство выключателя ВМГ-133:
*1* — рычаг в положении «Отключено»; *2* — буфер пружинный; *3* — буфер масляный; *4* — рычаг в положении «Включено»; *5* — изолятор тяги

фарфоровых тяг. У выключателей ВМГ-10 необходимо, чтобы после посадки привода на защелку (положение «Включено») зазор между роликом рычага *5* (рис. 4.11) и упорным болтом был в пределах 0,5—1,5 мм, а расстояние между нижней плоскостью колодок контактного стержня и головкой болта на верхнем колпачке проходного изолятора составляло 25—30 мм.

Проверить наличие масла в масляном буфере и при необходимости долить, для чего вывинтить крышку масляного буфера, вынуть поршень и пружину. Уровень масла от дна стакана должен составить 45 мм. Собрать буфер и вручную опробовать его работу. При этом щиток должен перемещаться плавно, без заеданий;

5) величину угла поворота вала выключателя (наличие нормального недохода до мертвого положения). Данные замера необходимо сравнить с величинами, приведенными в табл. 4.1.

У выключателей ВМГ-133 регулировку недохода произвести путем ограничения поворота вала между масляным и пружинным буферами. Угол поворота установить равным 270° по обе стороны относительно горизонтальной оси; при этом сжатие средним рычагом пружинного буфера при включении должно составлять 14 ± 1 мм для выключателей ВМГ-133-I и ВМГ-133-II и 20 ± 1 мм — для выключателей ВМГ-133-III. Кроме того, зазор между шайбой буфера и его

корпусом должен быть 0,5—1,5 мм. При отключении средний рычаг должен упираться в масляный буфер. При этом необходимо убедиться в том, что угол двуплечего рычага относительно горизонтальной линии (угол $\alpha$ на рис. 4.10) должен быть равен 54° и делиться пополам: $\frac{\alpha}{2} = 27°$. При $\frac{\alpha}{2} \geqslant 27°$ может произойти поломка сдвоенных изоляторов. Одновременно проверить угол между фарфоровой тягой и двуплечим рычагом. При верхнем положении он должен быть не менее 70° и по возможности приближаться к 90°. В этом случае во время включения на тягу будут действовать только усилия сжатия, и возможность

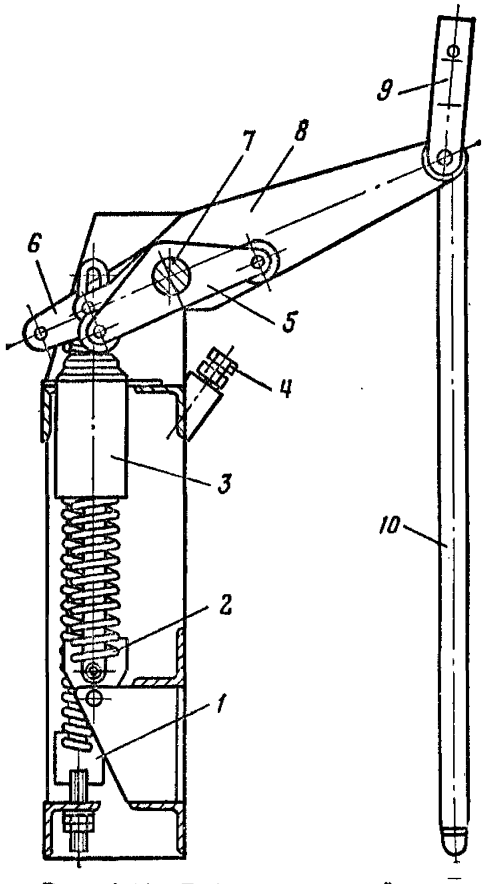



**Рис. 4.11. Буферное устройство выключателя ВМГ-10:**

*1* — пружина отключающая; *2* — пружина буферная; *3* — буфер масляный; *4* — упорный болт (фиксатор выключенного положения); *5* — рычаг с роликами; *6* — рычаг; *7* — вал; *8* — рычаг приводной; *9* — серьги; *10* — стержень контактный

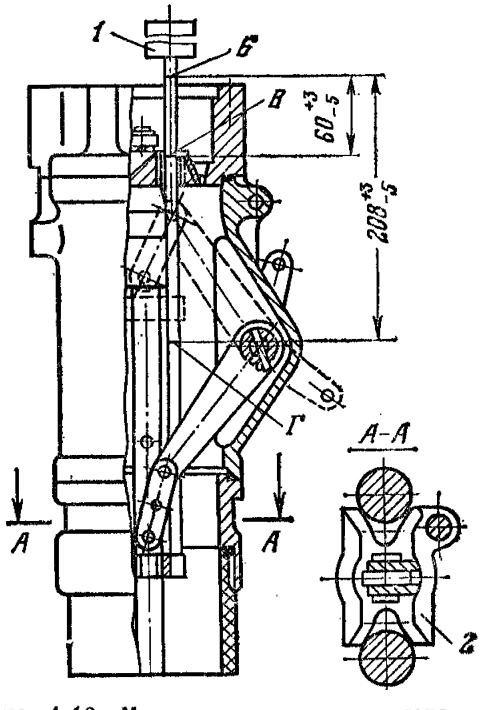



**Рис. 4.12. Метод определения полного хода подвижного контакта и хода в розеточном контакте выключателя ВМП-10:**

*1* — штанга; *2* — колодка; *Б* — включенное положение; *В* — момент касания контактов; *Г* — отключенное положение (60 мм — ход в розеточном контакте, 208 мм — полный ход подвижного контакта)

поломки или разрыва армировки фарфоровой тяги будет исключена. У выключателей ВМГ-10 необходимо проверить угол между осью приводного рычага *8* (см. рис. 4.11) и горизонтальной плоскостью, который должен составлять 22° 80′ ± 1°30′ при отключенном выключателе. Угол поворота рычага от положения «Отключено» до положения «Включено» должен быть 45°.

4.1.5.3.2. Выключатели ВМП-10 и ВМП-10К. У выключателей серии ВМП вместо гибких перемычек применено роликовое токосъемное устройство для отвода тока от подвижного контакта, полностью закрытое влагонепроницаемым корпусом, и новая конструкция буферов. Благодаря закрытой конструкции токосъемного устройства контроль за отсутствием перекосов и заеданий в подвижных частях токопровода осуществляется медленным включением масляного выключателя от руки. Если движение происходит плавно и подвижный

контакт без удара входит в неподвижный контакт, это означает, что заводская регулировка не нарушена и разборка полюса выключателя не требуется.

Ход подвижного контакта и ход в контактах определить следующим образом: снять верхнюю крышку полюса, вынуть маслоотделитель и затем ввинтить специальный контрольный стержень длиной 400 мм и диаметром 6 мм, имеющий на одном конце резьбу М6, в резьбовое отверстие подвижного контакта. Собрать обычную электрическую схему с лампами для определения момента касания кон-

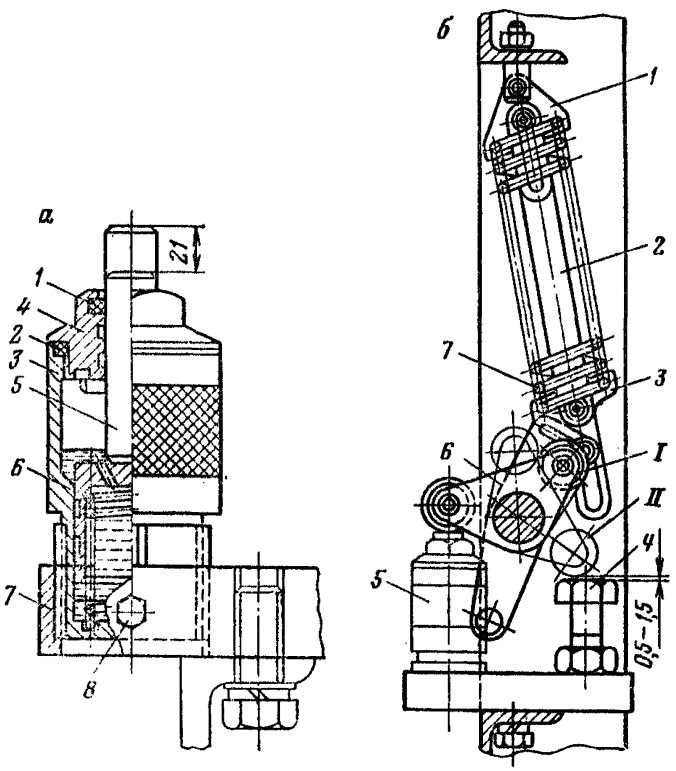



**Рис. 4.13. Буферное устройство выключателей ВМП-10 (ВМП-10К)**

*а* — масляный; *1* — уплотнение; *2* — прокладка; *3* — стакан; *4* — крышка; *5* — шток; *6* — поршень; *7* — держатель; *8* — стопорный винт; *б* — пружинный; *1, 3* — пружинодержатель; *2* — планка; *4* — упорный болт; *5* — масляный демпфер; *6* — сварной вал; *7* — пружина отключающая

тактов в каждом полюсе выключателя. Делая отметку *Г* (рис. 4.12) на стержне в отключенном положении, медленно от руки включить масляный выключатель. В момент касания подвижного контакта с неподвижным, что отмечается загоранием сигнальной лампы, сделать вторую отметку *В* на стержне и одновременно по сигнальным лампам произвести замер неодновременности касания подвижных стержней. Затем довключить до упора масляный выключатель и в этом положении сделать третью отметку *Б*. Оставшийся свободный ход контактов должен быть не менее 4 мм. Отключив масляный выключатель, проверить расстояние между отметками. Полученные размеры должны соответствовать приведенным в табл. 4.1. В отключенном положении свободный ход подвижных частей должен быть не менее 5 мм. Указанные размеры обычно регулируют на заводе. Если при транспортировании они были нарушены или была повреждена изоляционная тяга, всю регулировку необходимо провести заново. В этом случае ход в контактах и крайние положения подвижного контакта отрегулировать изоляционной тягой масляного демпфера *5* (рис. 4.13, *б*) и упорного болта *4* пружинного демпфера.

У выключателей ВМП-10К высоту штока масляного демпфера измерить во включенном положении выключателя, когда сварной вал *6* (см. рис. 4.13, *б*) находится в положении II. Затем, отключив выключатель, проверить оставшуюся высоту штока, когда сварной вал *6* находится в положении *I* и ролик надавливает на шток *5* (рис. 4.13, *а*). При включенном масляном выключателе между роликом и упорным болтом *4* (см. рис. 4.13, *б*) пружинного буфера должен быть зазор 0,5—1,5 мм при ходе пружины 22—23 мм. Ход штока масляного буфера допускается в пределах 21 мм.

## 4.1.6. Приводы к масляным выключателям до 10 кВ

### 4.1.6.1. Ручной привод ПРБА

При ревизии и наладке привода ПРБА необходимо проверить:

1) крепление привода. Привод с выключателем должен быть смонтирован в соответствии с установочными чертежами. Крепление привода должно быть произведено так, чтобы не было перекашивание корпуса, а между лапками привода и плоскостью крепления отсутствовали зазоры;

2) состояние смазки трущихся частей. Все трущиеся части, подлежащие смазке, рекомендуется смазывать густыми морозостойкими смазками ЦИАТИМ-201, ЦИАТИМ-203 и др. Хорошие результаты дает смазка, составленная из трех частей (по объему) ЦИАТИМ-203 и одной части серебристого кристаллического графита. Допускается применять в качестве смазочного материала трансформаторное масло, но в этом случае надо производить смазку значительно чаще. Смазку наносить тонким слоем, удаляя излишки;

3) состояние блок-контактов КСА (см. 4.1.2);

4) состояние встроенных реле и электромагнитов (см. 4.3.1.4.5);

5) состояние деталей механизма. Проверку произвести внешним осмотром. Привод разобрать только при необходимости замены или ремонта какой-либо детали. Не следует разбирать привод полностью, необходимо снять только те части, которые препятствуют устранению неисправности. При осмотре обратить внимание на соответствие расположения рычагов механизма в исходном его состоянии на кинематической схеме, приведенной на рис. 4.14, *б*;

6) работу механизма привода при заводе рис. 4.14, *в*. Для проверки рукоятку *1* довести вниз до упора. При этом должно произойти зацепление рычага *6* за отключающую планку *7*, боек *10* нулевого (минимального) реле должен быть отжат вниз. Если зацепление не происходит, то немного ввернуть винт упора *16*, расположенный с лицевой стороны привода, увеличивая таким образом ход рукоятки *1* и соответственно рычага *6*. Если регулировкой винта упора *16* не удается достигнуть надежного зацепления, то увеличить длину тяги *12*. Если зацепление осуществляется раньше, чем рукоятка дойдет до нижнего упора, тягу следует укоротить. В приводах ПРБА последних выпусков для обеспечения надежности зацепления следует использовать установочные винты с эксцентричными кольцами;

7) работу механизма привода во включенном положении (рис. 4.14, *а* и 4.14, *г*). Проверка заключается в осмотре взаимного расположения осей ломающегося рычага. Для запирания привода во включенном положении все три оси ломающегося рычага должны расположиться так, чтобы средняя ось *8* незначительно переходила за мертвое положение, т. е. за линию, соединяющую центры крайних осей *а—б*. При этом у масляного выключателя ВМГ пружинный буфер не должен доходить до упора на 0,5—1,5 мм (см. рис. 4.10), а у выключателя ВМБ-10 сдвоенный кривошип будет упираться в упорный болт *10* (см. рис. 4.6). Надежность запирающего устройства проверить осмотром и легким постукиванием молотка. При этом не должно быть самопроизвольного отключения механизма;

8) работу механизма при ручном отключении привода. Ручное отключение должно происходить при повороте рукоятки *1* сверху вниз на угол не более 10°. При этом рукоятка *1*, фрикционно связанная с рычагом *13* винтом *17*, перемещает его и воздействует на отключающую планку *7*, выводя ее из зацепле-

ния с рычагом *6*. Если отключение не происходит, следует поджать пружину фрикциона винтом *17*.

Диски фрикциона *11* и примыкающие к нему стороны тяги *12* и рычага *13* для нормальной работы привода должны иметь повышенное трение, их ни в коем случае нельзя смазывать;

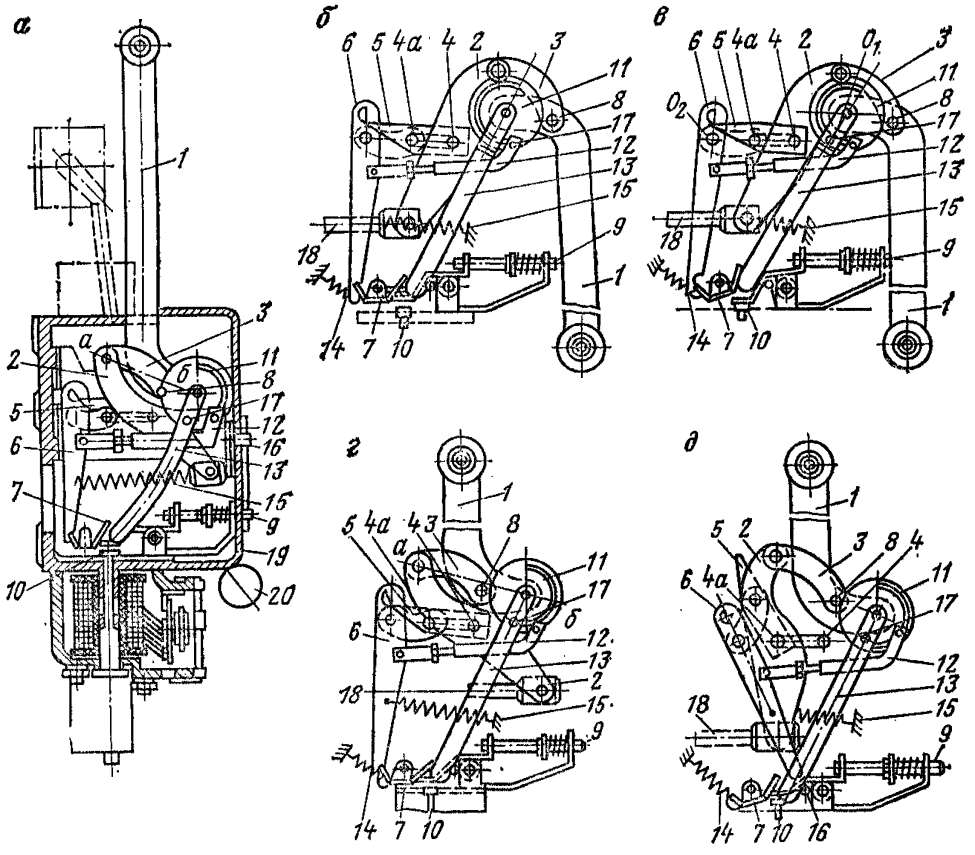



**Рис. 4.14. Общий вид привода ПРБА: в разрезе при включенном положении (*а*) и кинематическая схема механизма привода в исходном (*б*), при заводке (*в*), во включенном (*г*) положениях и после автоматического отключения (*д*);**

*1* — рукоятка; *2* — главный рычаг; *3* — серьга; *4*, *4а* — временный центр; *5* — защелка; *6* — рычаг; *7* — отключающая планка; *8* — ось; *9* — кнопка реле; *10* — боек реле; *11* — диск фрикциона; *12* — тяга; *13* — рычаг; *14* и *15* — пружины; *16* — винт упора; *17* — винт фрикциона; *18* — тяга к выключателю; *19* — крышка; *20* — блинкер

9) работу механизма при автоматическом отключении привода. Автоматическое отключение привода (рис. 4.14, *д*) осуществляется воздействием бойка *10* нулевого (минимального) реле на отключающую планку *7*. Дальнейший процесс аналогичен ручному отключению. В правильно отрегулированных приводах ПРБА зазор между бойком реле и отключающим рычагом должен составлять 14—18 мм. При проверке особое внимание необходимо обратить на отключающую планку *7* механизма привода (см. рис. 4.14), которая должна быть без искривлений, свободно вращаться в подшипниках с осевыми зазорами не более 0,2—0,4 мм;

10) работу привода совместно с выключателем. Проверку следует произвести после того, как отрегулированы контакты, выключатель заполнен маслом и механизм привода смазан. Отключенному состоянию привода должен соответствовать нормальный разрыв между контактами, включенному — достаточный заход подвижных контактов. Практически при проверке ручными приводами произвести до 20 включений и отключений. После такой проверки никакой раз-

регулировки механизма или ослабления креплений не должно наблюдаться. Механизм выключателя должен без задержки возвращаться из любого промежуточного положения в отключенное состояние.

При опробовании привода ПРБА необходимо помнить о том, что механический блинкер поворачивается с большой силой (в случае жесткого соединения с механизмом привода) и при неосторожности может нанести травму.

### 4.1.6.2. Ручные приводы ПРА-10 и ПРАМ-10

Приводы ПРА-10 и ПРАМ-10 в отличие от приводов ПРБА снабжены штурвальным рычагом управления. Конструкция модернизированного привода

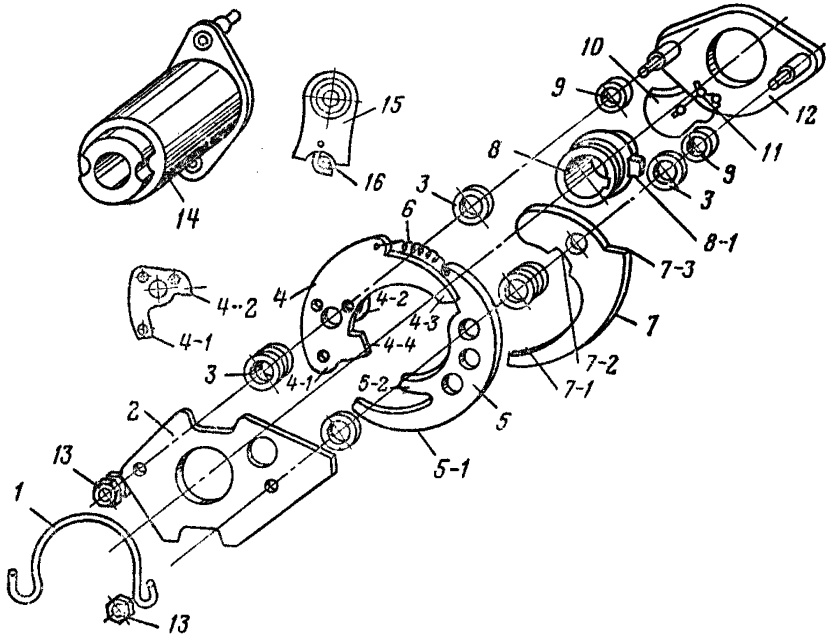



**Рис. 4.15. Деталировка механизма свободного расцепления привода ПРА-10:**
*1* — пружина предохранительная; *2* — передняя щека; *3* — пружинные шайбы; *4* — промежуточная собачка; *5* — отключающая собачка; *6* — пружина; *7* — ведущая собачка; *8* — кулачковая муфта; *9* — утолщенные шайбы; *10* — флажок; *11* — возвратная пружина флажка; *12* — задняя щека; *13* — гайки; *14* — втулка; *15* — защелка; *16* — эксцентриковый упор защелки

ПРАМ-10 отличается от ПРА-10 наличием специального ударного механизма. Встроенные электромагниты при срабатывании не воздействуют на механизм свободного расцепления, а освобождают защелку ударного механизма.

При ревизии и наладке приводов ПРА-10 и ПРАМ-10 необходимо проверить:

1) крепление привода, смазку трущихся частей, состояние встроенных реле, электромагнитов и блок-контактов КСА;

2) состояние деталей механизма. Проверку произвести внешним осмотром. Разборку производить только в случае крайней необходимости, а сборку — в последовательности, указанной на рис. 4.15;

3) работу механизма при заводке. Проверку произвести поворотом штурвала против часовой стрелки до упора. При этом втулка *14* (см. рис. 4.15), свободно сидящая на валу привода, своими пальцами должна войти в зацепление с передней щекой *2* механизма расцепления и повернуть его. Ведущая собачка *7* должна, обкатываясь по кулачку *8—1*, выйти из-под промежуточной собачки *4*. Зуб *4—2* в конечной стадии вращения должен упереться в кулачок *8—2* (на

рис. 4.15 не показан) и повернуть собачку до упора ее выступом *4—4* в боковую *4* поверхность муфты *8*. Регулировку правильного замыкания собачек и уменьшения их осевого люфта произвести пружинными шайбами *3*;

4) работу механизма при включении. Проверку произвести поворотом штурвала по часовой стрелке. В начале вращения штурвала промежуточная собачка *4* под действием пружины *6* зубом *4—3* должна упереться в выступ отключающей собачки, а ведущая собачка передним выступом паза *7—2*, уперевшись в кулачок *8—1*, повернуться до упора зуба *7—1* в зуб *4—1* промежуточной собачки. При этом кулачок *8—1*, а с ним и вал привода оказываются замкнутыми ведущей собачкой. Механизм готов к включению. При дальнейшем повороте штурвала до упора втулка *14* должна повернуть сцепленный с валом привода механизм расцепления. При этом флажок *10*, упираясь в отключающую планку, должен взвести механизм реле нулевой защиты. При дальнейшем движении, когда флажок пройдет мертвую точку (раньше, чем замкнутся контакты выключателя), отключающая планка должна освободиться. При отпущенном штурвале, после доведения его до упора, отключающие пружины выключателя должны повернуть вал привода совместно с механизмом расцепления до упора ведущей собачки *7* в зуб защелки *15*, в результате чего привод зафиксируется во включенном положении. Обратить внимание на то, чтобы зуб *7—1* заходил в этом положении на зуб *4—1* на глубину 2—3 мм.

Регулировку глубины зацепления защелки *15* с ведущей собачкой *7* произвести при помощи упора *16*, эксцентричного относительно оси вращения;

5) работу механизма при ручном отключении. Ручное отключение привода произвести поворотом штурвала на небольшой угол против часовой стрелки. При этом втулка *14*, преодолевая усилие пружины *1*, и обкатываясь по языку *5—2* отключающей собачки, должна вывести ее из зацепления с промежуточной собачкой. Под действием пружины *6* промежуточная собачка должна повернуться вокруг своей оси и освободить зуб *7—1* ведущей собачки. Последняя, получив свободу вращения, должна повернуться под действием отключающих пружин выключателя и освободить вал привода;

6) работу механизма при автоматическом отключении. Автоматическое отключение привода происходит под действием отключающей планки на рычаг *5—1* отключающей собачки. В остальном процесс отключения происходит аналогично ручному отключению.

Случайные отключения привода под действием собственного веса штурвала, при сотрясениях и толчках предотвращаются наличием пружины *1*;

7) работу привода совместно с выключателем. Опробование произвести аналогично приводу ПРБА (см. 4.1.6.1).

### 4.1.6.3. Электромагнитный привод ПС-10 (ПС-10М)

Привод ПС-10 предназначен для схем дистанционного и автоматического управления. Вручную привод можно включать только при наладке механизма свободного расцепления. Проверку крепления привода, смазку трущихся частей, состояния встроенных электромагнитов, реле и блок-контактов КСА необходимо производить аналогично приводу ПРБА (см. 4.1.6.1).

При ревизии и наладке механизма привода необходимо проверить:

1) состояние деталей механизма привода. Проверку произвести внешним осмотром. Привод разбирать только в случае крайней необходимости;

2) работу механизма привода в различных его положениях. При этом необходимо проверить правильность расположения ломающихся рычагов механизма (рис. 4.16). Особое внимание необходимо обратить на взаимную связь запирающего механизма (защелка *11*) с механизмом свободного расцепления (звенья *6* и *7*). Их взаимное расположение во включенном и выключенном положении показывает, что защелка может удержать привод во включенном положении, когда ось $O_3$ и ось звеньев *6—7* находятся ниже прямой, соединяющей оси $O_4$ и $O_2$; проверяя регулировку, следует убедиться, что ось $O_4$ надежно садится на защелку *11*. Это условие выполнимо, если при включении соленоида шток *9* настолько поднимет ролик *10*, что между осью и защелкой получится

зазор 1—2 мм. При отсутствии такого зазора отрегулировать длину штока *9*, завинчивая или вывинчивая боек.

Упорный болт *8* должен быть установлен так, чтобы при включении звенья ломающегося рычага не проходили слишком далеко за линию «мертвой точки» и при напряжении питания на отключающей катушке 65 % номинального происходило надежное освобождение защелки. При отвернутом упорном болте будет иметь место недовключение или самопроизвольное отключение при легких вибрациях и ударах. При глубоко ввернутом упорном болте боек отключающей катушки не будет переламывать звенья рычажной системы;

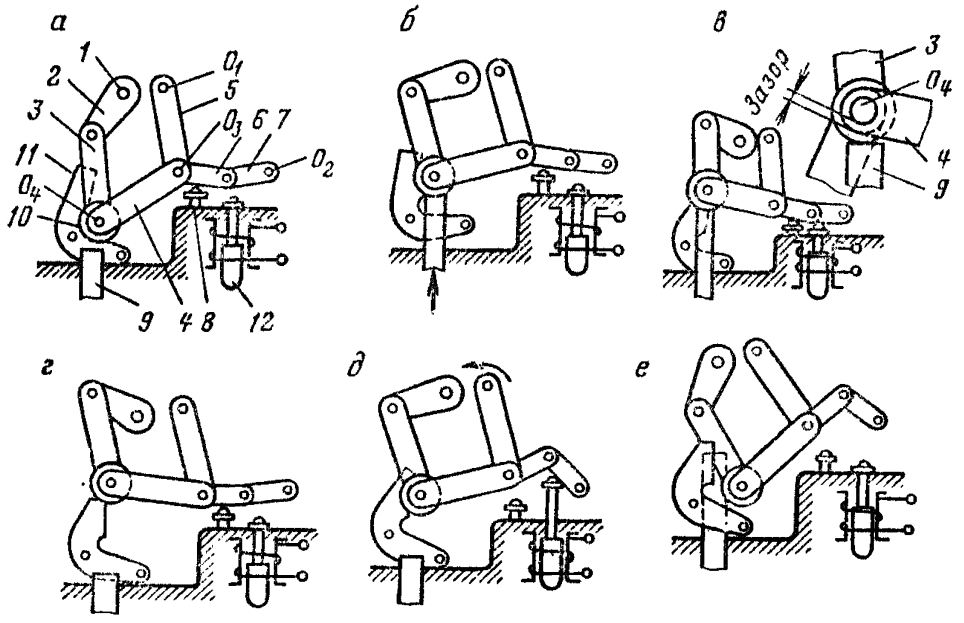



**Рис. 4.16. Кинематическая схема привода ПС-10:**

*а* — подготовленный к включению; *б* — в процессе включения; *в* — включен (шток подтянут); *г* — включен (шток опущен); *д* — в процессе отключения; *е* — отключен, но не готов к включению; $O_1$, $O_2$ — неподвижные оси; $O_3$ — временный неподвижный центр; $O_4$ — ось ролика; *1* — главный вал; *2* — рычаг; *3*, *4*, *5*, *6*, *7* — шарнирные звенья; *8* — упорный болт; *9* — шток; *10* — ролик; *11* — защелка; *12* — сердечник

3) работу привода совместно с выключателем. Практически привод следует опробовать несколько раз при ручном управлении и с помощью электромагнитов при пониженном напряжении на зажимах привода до 80—85 %, при номинальном напряжении и два-три раза — при повышенном. Все обмотки катушек рассчитаны на кратковременное пропускание тока и при наладке нельзя злоупотреблять числом включений соленоида, так как это может привести к выходу катушек из строя. Допустимо делать три—пять включений с интервалами 1—2 мин.

После такой проверки никакой разрегулировки механизма или ослабления креплений не должно наблюдаться. При проверке выключатель должен быть заполнен маслом.

### 4.1.6.4. Электромагнитный привод ПЭ-11

Привод ПЭ-11 является улучшенной конструкцией привода ПС-10. Основные изменения относятся к механизму свободного расцепления. Вместо излома шарнирных звеньев *6*, *7* (см. рис. 4.16) при отключении привода ПЭ-11 происходит поворот отключающей защелки *17* (рис. 4.17), вследствие чего ролик треугольного рычага *14* соскакивает со своего седла, давая возможность пальцу $П_2$ переместиться вправо. При этом рычаг *11* сбивает ролик *10* со своего седла и происходит отключение привода.

Проверку крепления привода, смазку трущихся частей, состояния встроенных электромагнитов и блок-контактов КСА необходимо произвести аналогично приводу ПРБА (см. 4.1.6.1).

При ревизии и наладке механизма привода ПЭ-11 необходимо проверить:

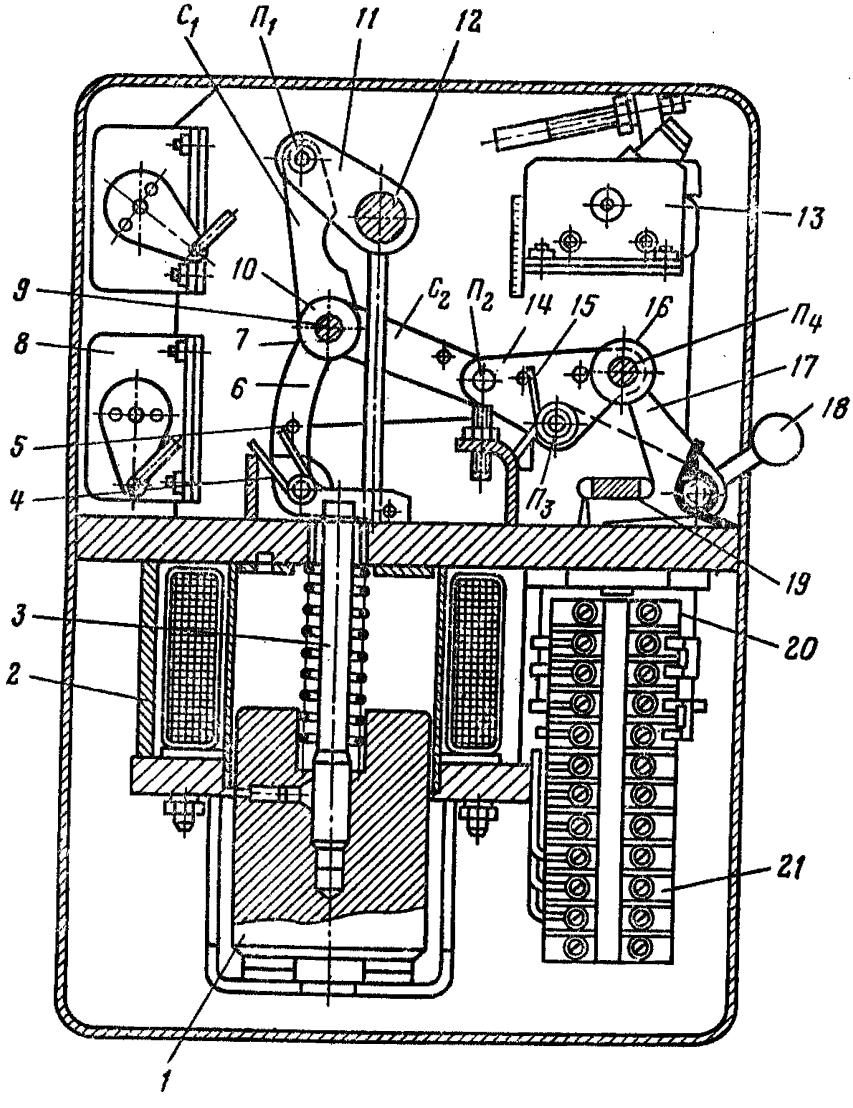



**Рис. 4.17. Привод ПЭ-11:**

*1* — сердечник; *2* — катушка; *3* — боек якоря электромагнита включения; *4* — пружина удерживающей защелки; *5* — регулировочный винт; *6* — удерживающая защелка; *7* — упор удерживающей защелки; *8* — сигнально-блокировочные контакты; *9* — ось; *10* — ролик; *11* — рычаг; *12* — вал привода; *13* — быстродействующие контакты; *14* — треугольный рычаг; *15* — упор отключающей защелки; *16* — ролик; *17* — отключающая защелка; *18* — рукоятка отключения; *19* — предохранительная планка; *20* — отключающий электромагнит; *21* — контактодержатель; $П_1$—$П_4$ — пальцы; $С_1$—$С_2$ — серьги

1) состояние деталей механизма привода. Проверку произвести внешним осмотром. Разборку привода произвести в случае крайней необходимости;

2) работу механизма при включении. Убедиться в том, что:

при полностью поднятом штоке включающего электромагнита зазор между поверхностью удерживающей защелки *6* и осью *9* должен составлять 1—1,5 мм. Зазор отрегулировать вывинчиванием или завинчиванием штока в сердечник электромагнита;

во включенном положении между пальцем $П_2$ и винтом *5* должен быть зазор около 1 мм. Для сохранения постоянства зазора винт зафиксировать гайкой;

3) работу механизма на отключение. Убедиться в том, что у отключающего электромагнита ход сердечника составляет 18—20 мм. Следует указать, что при эксплуатации некоторых приводов ПЭ-11 имели место случаи, когда при отключении несмотря на то, что отключающая защелка *17* привода выводилась из зацепления с роликом треугольного рычага *14*, выключатель оставался во включенном положении. Это объясняется неудовлетворительным качеством обработки деталей привода, которое приводит к повышенному трению, а также установкой на треугольном рычаге *14* очень сильной пружины при недостаточном усилии, действующем со стороны выключателя на вал привода.

Для выявления указанных дефектов при ревизии привода проверить работу механизма в переключенном положении выключателя. С помощью ручного рычага выключатель включить до упора и удерживать в переключенном положении. При этом зазор между осью *9* и удерживающей защелкой *6* должен быть

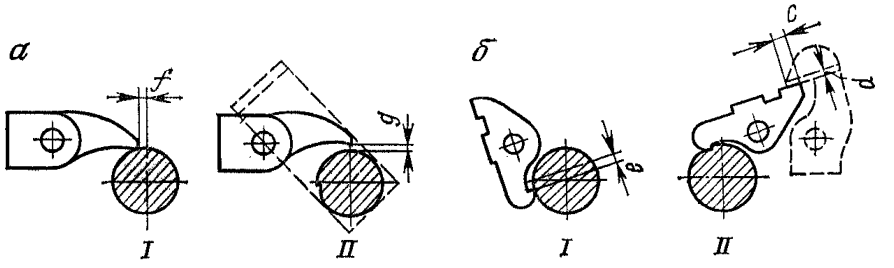



**Рис. 4.18. Регулировка быстродействующих блок-контактов привода ПЭ-11:**
*а* — КБВ; *б* — КБО; I — включенное положение; II — отключенное положение

1—1,5 мм. Затем медленно выводить отключающую защелку *17* из зацепления с роликом треугольного рычага *14*. Нормальное отключение выключателя свидетельствует о достаточном превышении удерживающего момента над отключающим моментом, т. е. о надежной работе механизма привода.

В случае отказа механизма привода при отключении выключателя из перевключенного положения сначала проверить отсутствие повышенного трения между трущимися деталями привода в места соединения выключателя с приводом и при необходимости заменить пружину треугольного рычага *14* на другую. Если указанные мероприятия не обеспечивают надежной работы привода, уменьшить отключающий момент привода укорочением на 1—2 мм отключающей собачки, рабочую поверхность которой зацементировать и закалить. Следует иметь в виду, что укорочение собачки несколько увеличивает напряжение срабатывания отключающего электромагнита.

У некоторых приводов ПЭ-11, установленных с выключателями ВМП-10К, имели место случаи заклинивания механизма привода при отключении выключателя. Серьга $C_2$ занимала крайнее правое положение и упиралась нижней распоркой в регулировочный винт *5*, а подвижные контакты выключателя не доходили до крайнего отключенного положения на 50—60 мм. Для выявления указанного дефекта необходимо произвести многократное опробование привода. Сердечник электромагнита включения поднять ручным рычагом, а зазор между регулировочным винтом *5* и пальцем $П_2$ уменьшить до нуля. Если при опробовании происходит заклинивание привода, то следует спилить нижнюю распорку серьги $C_2$;

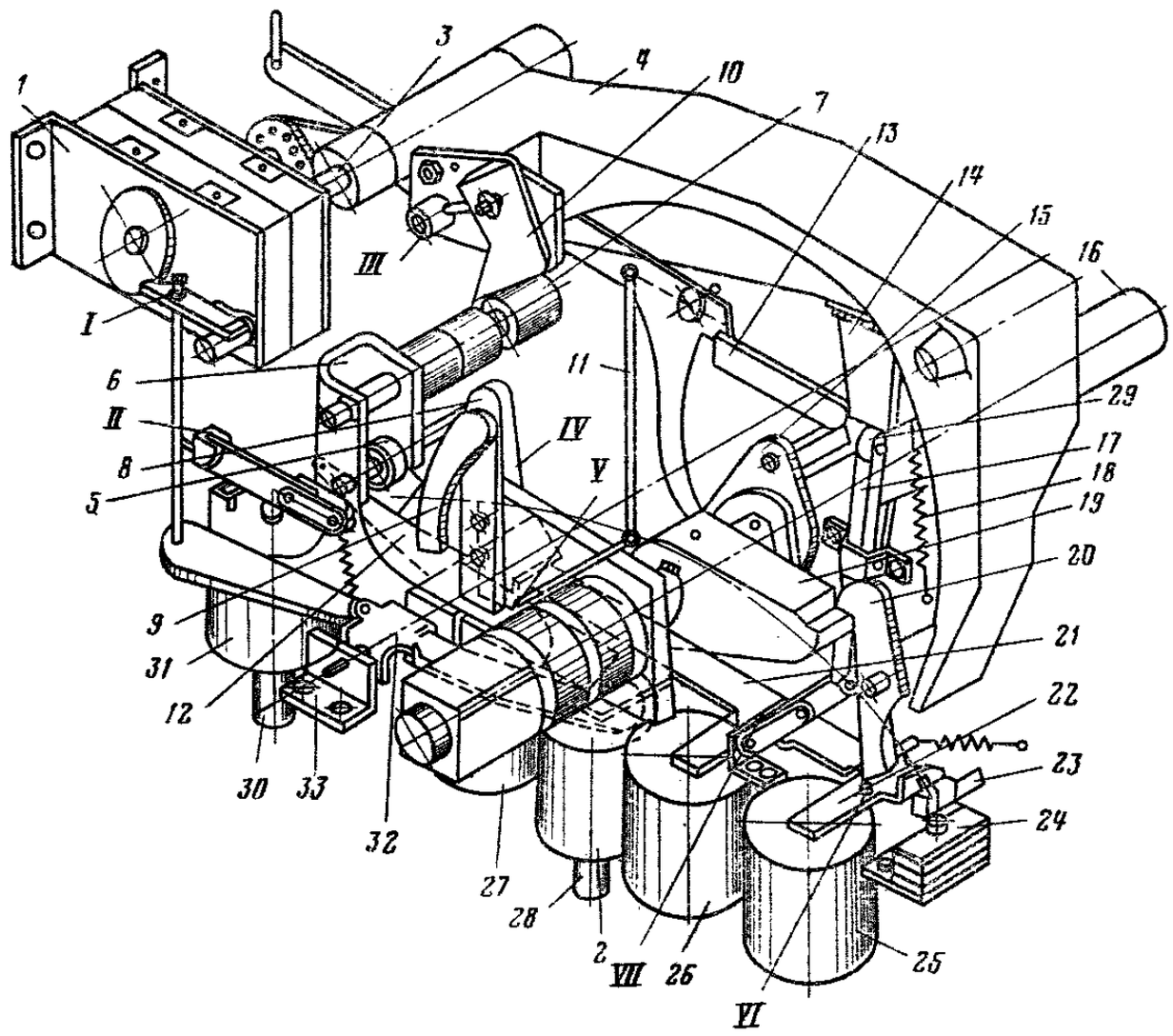
4) регулировку быстродействующих контактов включения и отключения КБВ и КБО. Нормальная работа привода зависит от соблюдения зазоров между собачками и храповиками с быстродействующими блок-контактами КБВ и КБО. Размеры зазоров должны быть следующими (рис. 4.18):

$f = c = 2—3$ мм; $g = e = 2 — 5$ мм; $d = 1 — 2$ мм.

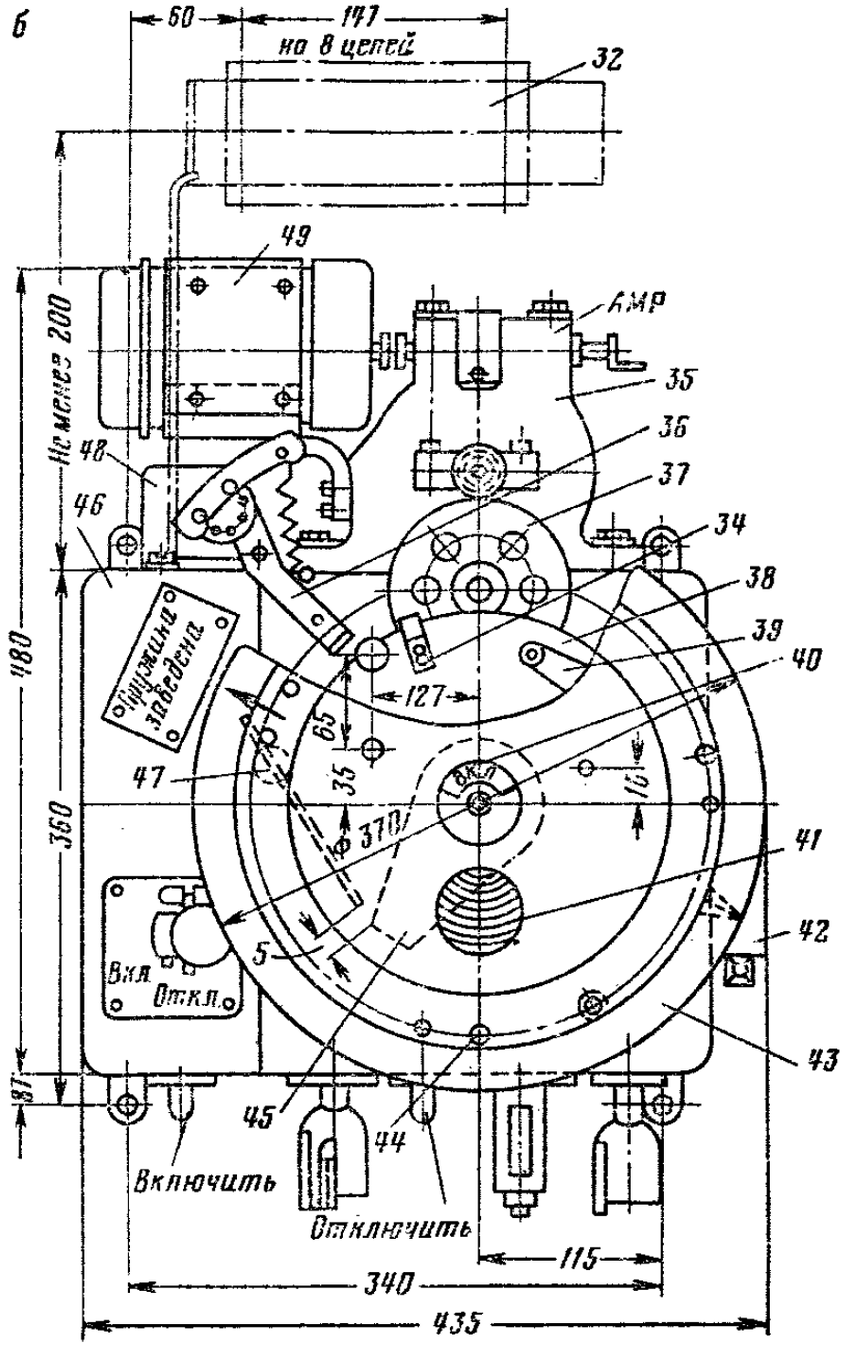
Во избежание несчастных случаев в процессе регулировки привода ПЭ-11 рекомендуется собачку застопорить предохранительной стальной планкой *19* размером 6×20×60 мм (см. рис. 4.17). При отключении планку удалить;

5) работу привода совместно с выключателем. Опробование привода ПЭ-11 совместно с выключателем произвести аналогично приводу ПС-10.

а


1
3
4
10
7
13
14
15
16
III
I
6
II
8
5
11
IV
V
29
17
18
19
20
9
31
12
21
22
23
24
30
33
32
27
28
2
VII
26
25
VI

б


60
147
на 8 цепей
32
49
КМР
35
36
37
34
38
39
40
Не менее 200
48
46
180
Осторожно заведется
127
65
35
47
ф 370
16
360
41
42
5
Вкл
Откл
43
87
45
44
Включить
Отключить
115
340
435

### 4.1.6.5. Пружинный привод ППМ-10

Проверку крепления привода, смазку трущихся частей, состояния встроенных электромагнитов, реле и блок-контактов КСА необходимо произвести аналогично приводу ПРБА (см. 4.1.6.1).

При ревизии и наладке механизма привода необходимо проверить:

1) состояние деталей механизма привода. Проверку произвести внешним осмотром. В случае крайней необходимости разборку и сборку привода ППМ-10 произвести в соответствии с указаниями, приведенными ниже.

*Разборка.* Перед разборкой привода необходимо убедиться в том, что пружина ослаблена до предварительного натяга, для чего следует нажать на кнопку включения и, кроме того, слегка повернуть маховик против часовой стрелки, отвернуть болты *44* (рис. 4.19, *б*), причем при отвертывании последнего болта слегка придерживать маховик. Снять медальон с указателем *40*, отвернув специальный винт, после чего отвернуть четыре винта М6 на шайбе под медальоном и снять маховик *43* вместе с пружиной *41* и диском.

Перед снятием шестерни взвода *38* снять рычаг *45* и, отвернув три винта М8, снять шайбу с шестерней. При необходимости полной разборки снять панель *46*, отражатель *47* и переднюю стенку вместе с подшипником и рычагом *12*, следя за тем, чтобы не выпали уложенные в подшипнике игольчатые ролики.

*Сборка.* Сборку привода надо начинать с установки передней стенки совместно с рычагом *12*. Стенку установить так, чтобы рычаг *12* со ступицей и валом *16* вращались свободно без затираний. На втулку передней стенки установить шестерню взвода *38*, закрепив ее шайбой с тремя винтами М8.

После установки шестерни проверить правильность ее зацепления с зубчатой передачей *37*. Надеть рычаг *45* на четырехгранник втулки рычага *12* так, чтобы он находился в положении, показанном на рис. 4.19, *б* пунктиром, когда рычаг *12* ляжет на буфере *24*. Затем поставить отражатель *47* так, чтобы его конец находился против конца зуба рычага *45* с зазором 4—5 мм. Надеть на четырехгранник маховик с пружиной так, чтобы внутренний конец пружины плотно вошел в угольник шайбы, жестко установленной на корпусе, привернуть к торцу четырехгранника шайбу винтами и закрепить ее, а затем установить указатель и медальон.

Перед тем как завернуть болты, крепящие маховик к диску, нужно предварительно натянуть пружину так, чтобы стрелка, нанесенная на маховике, находилась на 180° от надписи «Пружина заведена» (на рис. 4.19, *б* показано пунктиром), после чего туго ввернуть все болты. Для того чтобы облегчить ручное натяжение пружины, в маховике имеются два отверстия М12, в которые можно ввернуть два длинных болта. Заложив за эти болты длинный стержень или трубу, можно легко завести (или ослабить) пружину. Необходимо предварительно поставить в отверстие диска стальную планку для фиксации конца пружины;

2) работу механизма заводки пружины. Проверку произвести вначале при ручной заводке, для чего ввернуть два болта М12 в маховик и, поворачивая его стальной штангой против часовой стрелки, завести пружину до надежного за-

---

**Рис. 4.19. Привод ППМ-10:**

*а* — кинематическая схема механизма привода; *б* — общий вид; *1* — блок-контакты аварийные (БКА); *2, 25, 26* и *27* — блок электромагнитов и реле; *3* — ось; *4* — литой серповидный рычаг механизма отключения; *5* — ролик удерживающего устройства; *6* — удерживающее устройство для рычага *12*; *7* — основание для удерживающего устройства *6*; *8* — защелка; *9* — сектор механизма включения; *10* и *34* — планки; *11* — механизм завода; *12* — рычаг с четырехгранной втулкой; *13, 19* — рычаги; *14* — планка механизма свободного расцепления; *15* — рычаг для перевода КСА и завода реле РНВ; *16* — вал привода; *17* — удерживающая стойка; *18* — пружина; *20* — неподвижная защелка; *21* — планка отключающего механизма; *22* — пружина; *23, 33* — опоры; *24* — буфер; *28* — кнопка ручного включения; *29* — ролик; *30* — якорь (кнопка) электромагнита включения; *31* — катушка включающего электромагнита; *32* — блок-контакты КСА; *35* — редуктор; *36* — рычажный механизм; *37* — зубчатая передача; *38* — шестерни взвода; *39* — ведущая собачка; *40* — указатель положения привода; *41* — спиральная пружина; *42* — отсечка; *43* — маховик; *44* — болт; *45* — рычаг с зубом; *46* — панель; *47* — отражатель; *48* — блок-контакты; *49* — электродвигатель

падания рычага *12* (рис. 4.19, *а*) за ролик *5* удерживающего устройства *6*. Глубина западания рычага *12* за ролик устройства *6* должна быть приблизительно равна 1 мм и может регулироваться винтом II. При заводе пружины планка *10* должна свободно расходиться с сектором *9*, а рычаг *12* должен свободно расходиться с роликом *5* удерживающего устройства *6*.

Для изменения установленного заводом предварительного натяга пружины, что может потребоваться при использовании привода с масляными выключателями разных типов, необходимо:

при включенном выключателе и незаведенной пружине (планка *34* находится под рычажным механизмом *36*) отвернуть болты *44*, придерживая маховик. Повернуть маховик в ту или другую сторону на угол, кратный 15°, и вновь завернуть болты *44*;

снять планку *34* и опробовать несколькими включениями правильность выбранного натяга;

при незаведенной пружине установить планку *34* так, чтобы палец рычажного маховика *36* оказался посередине дугообразной части планки. Если существующие на маховике *43* отверстия для крепления планки не позволяют установить ее в нужное новое положение, то необходимо просверлить и нарезать новые отверстия М5;

для фиксации выбранного предварительного натяга нанести стрелку на маховике против надписи «Пружина заведена» при заведенной пружине.

При проверке автоматической заводки пружины следует убедиться, что в конце процесса включения привода планка *34*, укрепленная на маховике, нажимает на палец рычажного механизма *36* и включает контакт в цепи электродвигателя. Электродвигатель приводит в действие редуктор *35*, который через зубчатую передачу *37* приводит во вращение шестерню взвода *38*; шестерня *38*, вращаясь против часовой стрелки, при действии отражателя *47* захватывает роликом ведущей собачки *39* зуб рычага *45*, сидящего вместе с маховиком *43* на четырехгранной ступице рычага *12*. Весь комплект, поворачиваясь на 180°, заводит спиральную пружину *41* и в конце хода запирается удерживающим устройством *6*. Одновременно отсечка *42* расцепляет ведущую собачку *39* с зубом *45*, в результате чего происходит расцепление шестерни взвода с маховиком. При дальнейшем вращении шестерни взвода планка на шестерне взвода переводит рычажный механизм *36* и тем самым прерывает цепь питания электродвигателя. После этого привод готов к очередному включению.

Шлицы отсечки *42* используются для регулировки расцепления ролика ведущей собачки *39* с рычагом *45*. При срезах отсечку надо поджать вверх, а при глухом упоре рычага *12* внутри привода спустить вниз;

3) работу механизма при включении. Проверку включения привода произвести кнопкой (якорем) включающего электромагнита *30* или дистанционно, подачей импульса тока в катушку *31* этого электромагнита. При этом освобожденный рычаг *12*, вращаясь под действием пружины по часовой стрелке, захватывает защелкой *8* рычаг *19*, который показан на рис. 4.19 в положении, соответствующем включению выключателя. Когда выключатель отключен (перед включением выключателя), этот рычаг повернут против часовой стрелки на 100—140° (в зависимости от типа выключателя). Защелкой *8* рычаг *19* доводится до запирания его второй неподвижной защелкой *20*. Так как рычаг *19* жестко соединен с валом привода *16*, то при повороте рычага вместе с ним поворачивается и вал.

Для ограничителя поворота рычага *12* служит буфер *24*. В начале поворота по часовой стрелке рычаг *12* посредством сектора *9*, упирающегося в планку *10*, взводит серповидный рычаг *4*. Поднятый рычаг *4* защелкивается роликом *29* удерживающей стойки *17* и таким образом подготавливается к расцеплению (отключению).

Высота буфера *24* может быть отрегулирована установкой прокладок.

Винт III служит для регулировки взвода серповидного рычага *4* планкой с сектором *9*. Планка *10* должна быть отрегулирована так, чтобы при поднятом серповидном рычаге зазор между планкой *14* серповидного рычага и роликом удерживающей стойки *17* был равен 2—4 мм (на рис. 4.19, *а* показано пунктиром). При этом ударник не должен упираться в верхнюю стенку корпуса.

Винт IV служит для регулировки зацепления сегментообразной защелки *8* с рычагом *19* при включении выключателя. Величина захвата должна быть 6—7 мм. Планка VII служит для регулировки релейного механизма.

Винт V предназначен для регулировки механизма взвода реле РНВ-11. Шток реле при взводе должен переводиться на 1—2 мм;

4) работу механизма при выключении. Проверку произвести либо вручную нажатием на кнопку *28*, либо дистанционно посредством электромагнита отключения или реле защиты. При нажатии на кнопку *28* должна повернуться планка *21*, которая через механизм с мертвой точкой отведет удерживающую стойку *17*, освобождая серповидный рычаг. Последний ударит по нижнему концу защелки *20*, в результате чего должен освободиться рычаг *19*, и вал привода *16*, находящийся под воздействием пружин выключателя, должен свободно повернуться, а планка *21* возвратиться в исходное положение пружиной *22*.

Для регулировки положения мертвой точки отключающего механизма служит винт VI.

При поднятом серповидном рычаге центр ролика *29*, укрепленный на стойке *17*, должен быть смещен относительно края планки *14* на 1—2 мм.

При ручном, дистанционном отключении и отключении от реле РНВ защелка БКА-1 должна надежно отходить от диска, давая возможность повернуться контактам БКА-1. Это обеспечивается регулировкой длины планки I;

5) работу привода совместно с выключателем. При проверке произвести пять контрольных операций включить—отключить. При этом следует иметь в виду следующее:

если привод имеет реле РНВ, то перед опробованием необходимо оттянуть вниз и закрепить (только на время опробования) выступающий вниз шток этого реле;

механизм ручного включения не имеет блокировки от холостого срабатывания пружины при включенном выключателе, поэтому не следует нажимать на кнопку «Вкл.» при включенном выключателе;

не оставлять включенным масляный выключатель при повторной заводке пружины до окончательной регулировки привода, так как может произойти срыв (в процессе регулировки), что вызовет холостое срабатывание пружины при включенном масляном выключателе.

### 4.1.6.6. Пружинные приводы ПП-61 и ПП-67

Приводы ПП-61 и ПП-67 имеют одинаковую кинематическую схему (рис. 4.20), по конструкции отличаются незначительно и поэтому ниже приводятся указания только по ревизии и наладке несколько улучшенного по сравнению с ПП-61 механизма привода ПП-67.

Проверку крепления привода, смазку трущихся частей, состояние встроенных электромагнитов, реле и блок-контактов КСА необходимо произвести аналогично приводу ПРБА (см. 4.1.6.1).

При ревизии и наладке механизма привода необходимо проверить:

1) состояние деталей механизма привода. Если привод исправен, полную разборку механизма не производить, а произвести только в объеме, достаточном для осмотра и проверки каждой части. Разборку привода ПП-67 необходимо выполнить при незаведенных включающих пружинах, отключенном выключателе и снятом оперативном напряжении с привода. Следует до минимума ослабить предварительное натяжение пружин, расцепить рычаги *5* и *18* (рис. 4.21), отвернуть болт, крепящий траверсу *11* с грузом *12* к валу, снять крышки и переднюю стенку, отвернув предварительно крепящие винты. Если необходимо снять пружины, использовать для этого рычаг (рис. 4.22). После снятия передней стенки следует снять свободно сидящий на валу привода рычаг *9* (рис. 4.23);

2) работу включающего и удерживающего механизмов. При проверке обратить внимание на зацепление защелки *1* (см. рис. 4.23) с рычагом *6* вала, которое должно быть полным. Величину зацепления отрегулировать винтом *8*, упирающимся в планку *7* заводящего рычага *9*, которая должна составлять 4—5 мм. Для увеличения зацепления регулировочный винт следует вывернуть, для уменьшения — завернуть. Малое зацепление защелки с рычагом может привести к са-

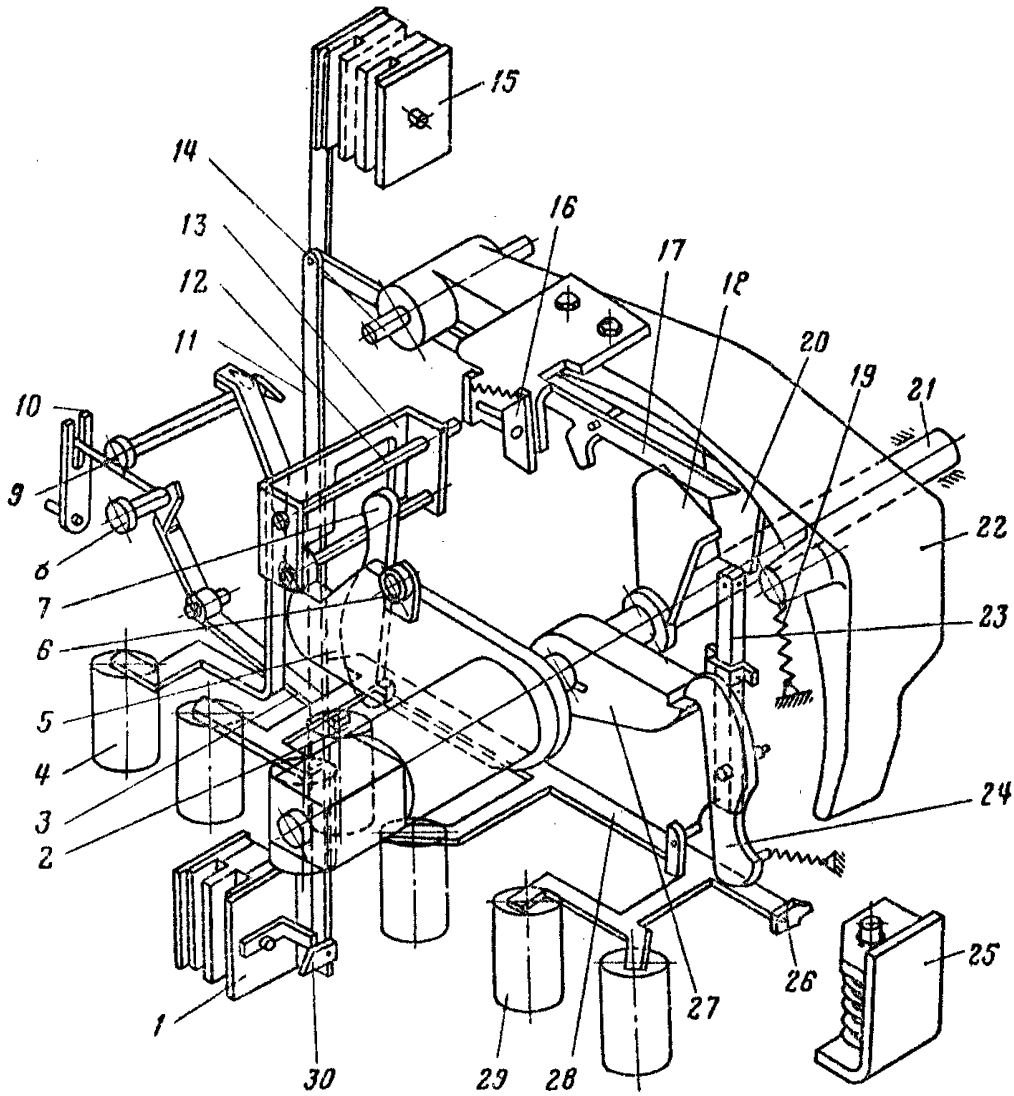



**Рис. 4.20. Кинематическая схема приводов ПП-61 и ПП-67:**

*1* — контакты БКА; *2* — катушка отключения; *3, 5, 10, 27* и *30* — рычаги; *4* — катушка включения; *6* — ролик; *7* — защелка; *8* — кнопка отключения; *9* — кнопка включения; *11, 30* — рычажная система управления блок-контактами БКА; *12* и *14, 13* — удерживающее устройство; *15* — контакты КСА; *16* — стойка взвода; *17* — двухплечий рычаг; *18* — ролик рычага; *19* — пружина; *20* — планка ударника расцепления; *21* — вал привода; *22* — серповидный рычаг; *23* — стойка расцепления; *24* — защелка; *25* — буфер; *26* — опоры релейной оси; *28* — релейная ось; *29* — элементы защиты

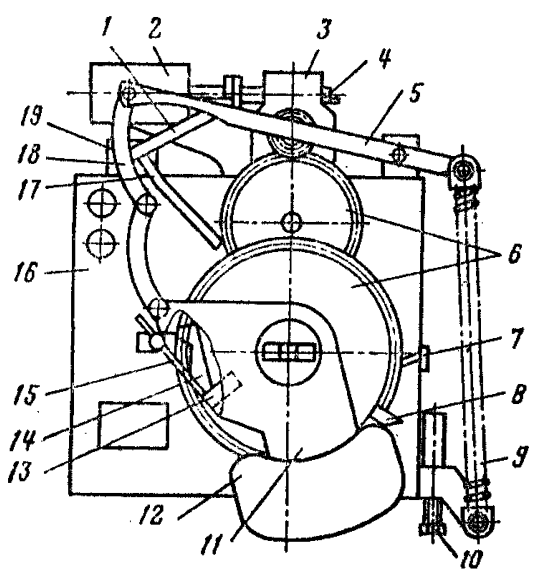



**Рис. 4.21. Привод ПП-67:**

*1, 5, 14, 17, 18* — рычаги; *2* — электродвигатель; *3* — редуктор; *4* — рукоятка; *6* — зубчатая передача; *7* — упор; *8* — планка; *9* — включающие пружины; *10* — регулировочный болт; *11* — траверса; *12* — груз; *13* — зуб траверсы; *15* — отражатель; *16* — корпус; *19* — конечный выключатель

мопроизвольному расцеплению привода с выключателем, т. е. включение выключателя не произойдет. Слишком большое зацепление приведет к отказу действия механизма свободного расцепления, поскольку усилие падающего ударника *4* будет недостаточно, чтобы расцепить защелку с рычагом вала.

В конце движения рычаг *6* вала должен защелкнуться удерживающей защелкой *5*. Надежность зацепления

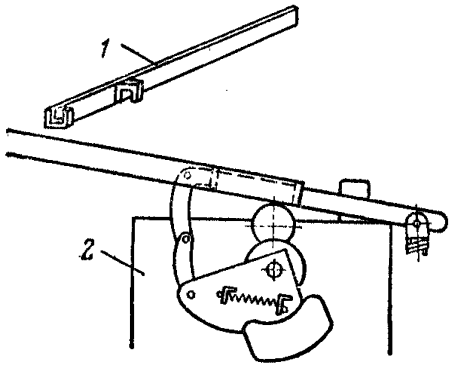



**Рис. 4.22. Рычаг для расцепления пружин привода ПП-67:**
*1* — рычаг; *2* — корпус привода

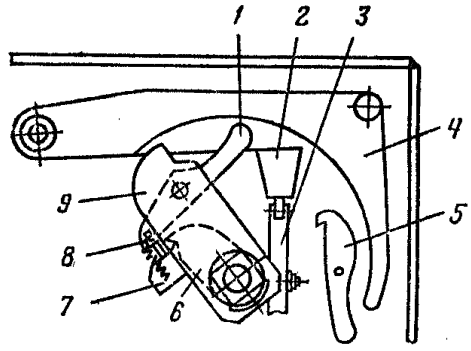



**Рис. 4.23. Регулировка включающего и удерживающего механизмов привода ПП-67:**
*1* и *5* — защелки; *2* — планка; *3* — удерживающая стойка; *4* — падающий ударник; *6* — рычаг вала; *7* — упирающая планка; *8* — регулировочный винт; *9* — заводящий рычаг

проверить неоднократным включением привода включающими пружинами, а также легким постукиванием молотка по корпусу привода.

Между защелками *1* и *5* не должно быть трения, т. е. они должны свободно расходиться между собой. Надежная работа механизма зависит от состояния пружин возврата защелок; нельзя допускать их сильного ослабления.

Включение привода зависит от состояния включающих пружин *9* (см. рис. 4.21), регулировка натяжения которых осуществляется регулировочным болтом *10*.

На включение оказывает влияние регулировка пружинного буфера (рис. 4.24), предназначенного для смягчения удара заводящего рычага при включении выключателя. Высоту буфера отрегулировать при помощи регулировочных прокладок *1* или спиливанием торца штока буфера *2*. Буфер должен вступать в работу немного раньше, чем удерживающая защелка захватит рычаг вала. Во включенном положении величина сжатия буфера должна быть 0,5—1 мм. Для окончательной регулировки буфера необходимо убедиться в надежности расцепления заводящей и удерживающей защелок при падении ударника расцепления, когда включающие пружины привода находятся в незаведенном состоянии.

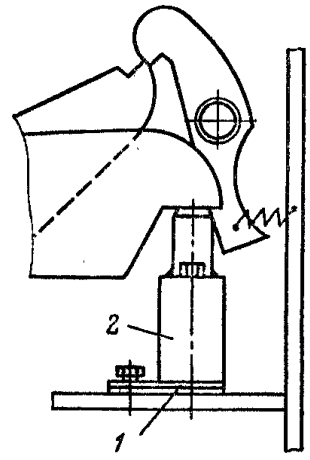



**Рис. 4.24. Регулировка пружинного буфера**

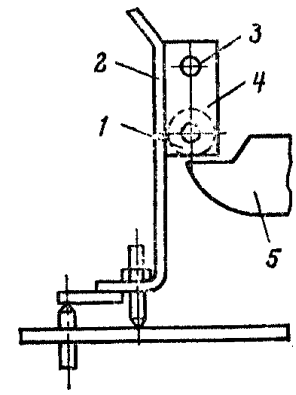



**Рис. 4.25. Регулировка запорно-пускового механизма**

Заводящий рычаг при обратном движении не должен задевать за детали привода, что иногда происходит из-за большого осевого зазора между заводящим рычагом и рычагом вала. Осевой зазор не должен быть более 0,5 мм.

Запорно-пусковой механизм (рис. 4.25) удерживает пружины в натянутом состоянии и освобождает их для включения выключателя. Он состоит из удерживающего устройства *4* и рычага включения *2*, и должен легко поворачиваться на оси *3*, а под действием пружины возвращаться в исходное положение. До начала регулировки необходимо осмотреть поверхности зацепления зуба заводящего рычага *5* и свободно вращающегося запорного ролика *1*. Регулировку запорно-пускового механизма начать с проверки зазора между запорным роликом и поверхностью зуба заводящего рычага при предельном его отклонении до упора и вращении против часовой стрелки. Зазор должен быть не менее 1,5—2 мм.

Глубину зацепления заводящего рычага запорным роликом отрегулировать винтом, находящимся на планке рычага включения *2*. При завинчивании этого винта удерживающее устройство должно повернуться на неподвижной оси *3* и отклониться влево, уменьшая глубину зацепления, а при вывинчивании винта удерживающее устройство должно отклониться вправо, увеличивая глубину зацепления. Небольшое зацепление может привести к самопроизвольному расцеплению заводящего рычага и включению выключателя, а глубокое — к резкому возрастанию усилий, необходимых для расцепления. Поэтому регулировать следует так, чтобы зацепление было в пределах 0,25—1,0 мм. Надежность зацепления проверить неоднократной заводкой механизма, а также легким постукиванием, имитируя возможные сотрясения.

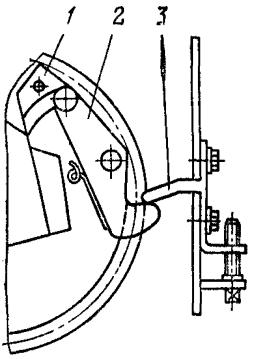



Рис. 4.26. Регулировка заводящего устройства

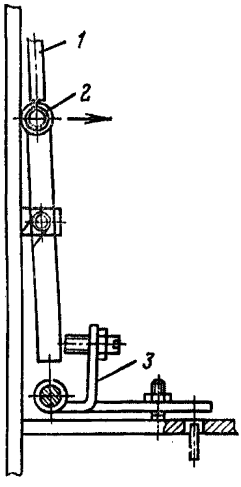



Рис. 4.27. Регулировка отключающего механизма

При срывах, т. е. когда ролик запорно-пускового механизма не успел захватить зуб заводящего рычага, необходимо увеличить ход траверсы, для чего упор *3* (рис. 4.26) поднять вверх. При упоре планки заводящего рычага в корпус привода следует уменьшить ход траверсы, переместить упор *3* вниз;

3) работу заводящего устройства. При обнаружении износа шестерен их необходимо заменить новыми. Проверить соосность валов редуктора и электродвигателя. Осевой зазор в муфте сцепления не должен превышать 0,5 мм. Открыть редуктор и при необходимости заменить в нем смазку.

Перед опробованием заводящего устройства от электродвигателя необходимо убедиться в правильности его регулировки при ручном заводе, для чего рукояткой осторожно завести привод и проверить сначала правильность действия механизма расцепления шестерни с траверсой привода (см. рис. 4.26). Вращая редуктор, проверить также соприкосновение зацепа двуплечего рычага *2* с упором *3* механизма расцепления при касании ролика рычага с зубом *1* траверсы. Если соприкосновение не происходит, подрегулировать положение упора *3*, а затем осторожно, поворачивая редуктор, добиться расцепления ролика с зубом *1*. Если при вращении редуктора создается большое усилие, а расцепление не происходит, следует уменьшить зацепление ролика с зубом траверсы. Зацепление ролика с зубом отрегулировать изменением положения отражателя *15* (см. рис. 4.21). После окончания регулировки данной части привода проверить правильность действия планки и шестерни на рычаг конечного выключателя, для чего продолжить вращение редуктора, поворачивая против часовой стрелки шестерню до размыкания контактов конечного выключателя. Затем шестерню

вращать так, чтобы рычаг конечного выключателя мог свободно поворачиваться при замкнутых контактах.

Для проверки правильности действия рычага на включение конечного выключателя включить привод с помощью кнопки «Вкл.» При этом конечный выключатель должен замкнуть контакты цепи питания электродвигателя;

4) работу отключающего механизма. Отрегулировать положение удерживающей стойки и релейной планки *3* (рис. 4.27). Стойка имеет небольшой угол поворота вокруг оси кронштейна, регулируемый винтом на релейной планке *3*. При малом зацеплении планки *1* ударника расцепления с роликом *2* удерживающей стойки может произойти произвольное отключение, при большом зацеплении усилия отключающего электромагнита может не хватить для расцепления механизма. Оптимальная величина зацепления составляет 1 мм.

Регулировку подъема ударника произвести винтом стойки *1* (рис. 4.28). При максимальном подъеме ударника расстояние между его планкой *2* и роликом стойки *3* должно быть 2—4 мм и ударник не должен ударять в верхнюю стенку корпуса привода.

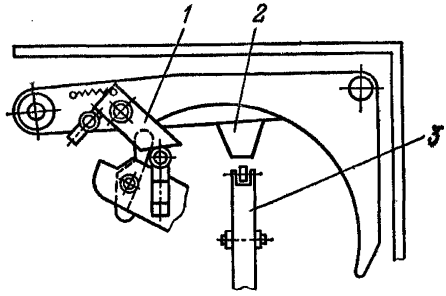



Рис. 4.28. Регулировка подъема ударника расцепления

Надежность работы отключающего механизма зависит также от состояния отключающей пружины ударника расцепления. При потере первоначального натяжения (по заводским данным) ее заменить на новую. Одним из признаков деформации пружины является неравномерное расстояние между ее витками.

При регулировке отключающего механизма следить за состоянием релейной оси, которая не должна иметь искривлений и осевых зазоров в подшипниках более 0,2—0,4 мм.

Проверить расстояние между бойками электромагнитов и планками релейной оси, которое должно быть не менее 6 мм, чтобы бойки электромагнитов при движении накопили достаточное количество кинетической энергии для успешного воздействия на релейную ось. Это расстояние отрегулировать винтами на релейной оси;

5) совместную работу привода с выключателем. Проверку произвести аналогично приводу ППМ-10.

### 4.1.6.7. Пружинный привод ячеек РВД-6 (встроенный)

Ревизию и наладку привода ячеек РВД-6 произвести аналогично другим типам моторно-пружинных приводов с учетом следующих особенностей:

1) для проверки исправности привода необходимо открыть крышку привода, отвернув болты и блокировочную шпильку, и произвести вручную включение и отключение привода, которые должны осуществляться четко, без задержек в промежуточных положениях. При наличии заеданий необходимо отрегулировать механизм привода;

2) регулирование длины включающего рычага произвести изменением длины пальца *3* (рис. 4.29, вид *II*). Необходимо подобрать такую его длину (примерно около 140 мм), при которой в крайнем верхнем положении рычага будет обеспечен зазор 1—1,5 мм между пальцем *1* и защелкой *2* (вид *I*). После регулировки палец застопорить контргайкой *4* (вид *II*);

3) четкая работа привода зависит также от величины провала звеньев механизма свободного расцепления. Для регулировки провала необходимо отвернуть контргайку *5* и болтом *6* добиться величины провала 1,5 мм. Следует помнить, что при провале более 2 мм соленоид не в состоянии вывести звенья механизма из «мертвого положения», и масляный выключатель не отключится. При провале менее 1,5 мм звенья могут выйти из «мертвого положения» без помощи соленоида,

и произойдет самоотключение выключателя. После регулировки болт застопорить контргайкой 5;

4) при опробовании масляного выключателя на отключение и включение совместно с приводом необходимо выдвинуть подвижную часть; во избежание обратной трансформации напряжения снять предохранитель на 6 А, установленный в корпусе привода, и через отдельный предохранитель с плавкой вставкой на 6 А подвести к контактам вольтметра напряжение переменного тока

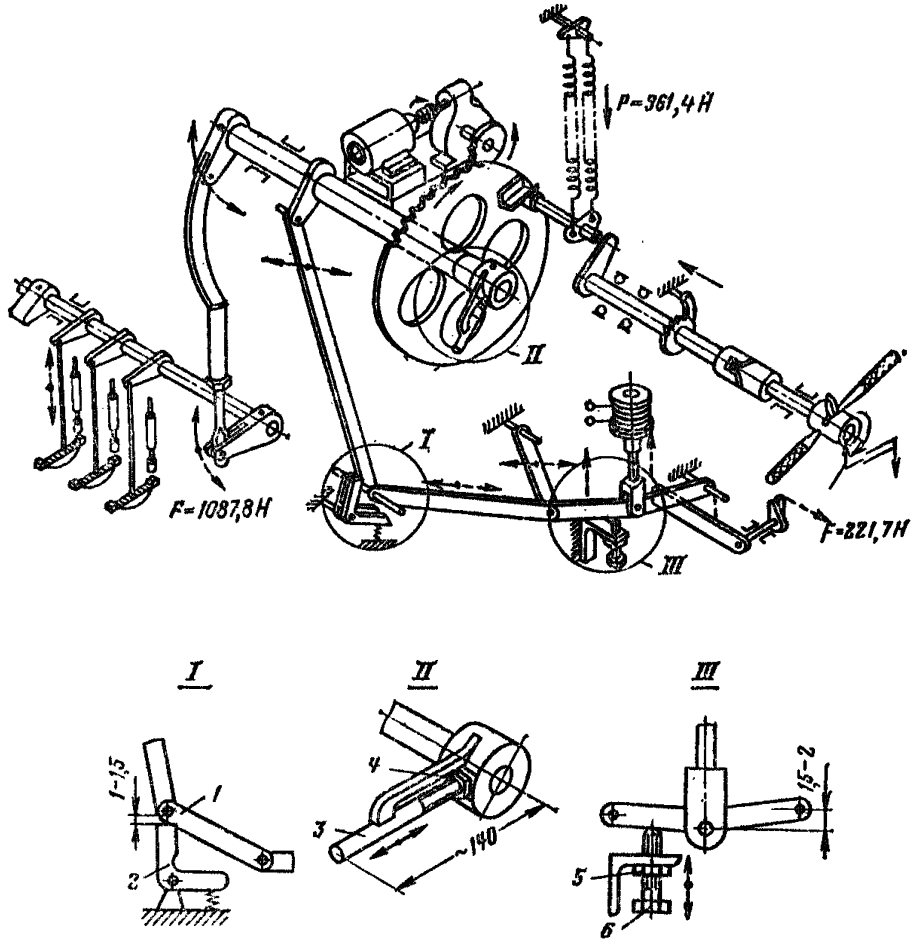



Рис. 4.29. Кинематическая схема встроенного пружинного привода ячейки РВД-6

100 В. Так как при подаче напряжения 100 В на промежуточный трансформатор выпрямительный мост и блок конденсаторов будут находиться под напряжением 380 В, испытание аппарата необходимо провести, соблюдая особую осторожность.

После подачи напряжения 100 В стрелка киловольтметра должна отклониться до деления 6 кВ. В этом случае можно опробовать включение кнопкой «Включено» на посту управления, предварительно подсоединенного к ячейке. Отключение выключателя можно произвести: кнопкой «Отключено», расположенной с правой стороны привода; кнопкой «Отключено» с поста управления; замыканием контактного мостика на блоке максимального реле, установленного в корпусе привода вверху слева; снятием подводимого к устройству напряжения. Во всех случаях соленоид отключения должен четко сработать и отключить масляный выключатель;

5) после окончания проверки и испытания схемы необходимо снять напряжение с устройства, отсоединить концы проводов временного питания и поставить заводскую плавкую вставку; закрыть крышки всех оболочек, в том числе маслобак, плотно затянув болты, и проверить зазоры между фланцами. Фланцевые зазоры должны быть для маслобака не более 0,15 мм и для остальных оболочек — не более 0,2 мм.

## 4.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

### 4.2.1. Объем ревизии, наладки и испытаний

При ревизии и наладке электрических машин необходимо проверить:

1) состояние изоляции обмотки; крепление бандажей и клиньев, надежность и плотность посадки обмоток на полюса; состояние болтов, крепящих полюса; исправность выводов и надежность присоединения к ним кабелей (шин); исправность короткозамкнутой обмотки ротора (беличьей клетки) у синхронных двигателей. При необходимости подтянуть все болтовые соединения;

2) состояние фундаментной плиты, затяжку крепежных болтов и плотность посадки контрольных шпилек;

3) наличие и состояние защитного заземления (см. 4.9);

4) состояние подшипников и их смазку (см. 2.9);

5) величину осевого разбега ротора (якоря) у электродвигателей с подшипниками скольжения. Измерения произвести на всех подшипниках одновременно при одном и том же положении ротора (якоря). Величина осевого разбега, определяемая как сумма наименьших значений левых и правых осевых зазоров, замеренных между галтелями вала и торцами вкладышей подшипников, должна соответствовать рекомендациям завода-изготовителя;

6) правильность включения обмоток. (Проверку произвести для вновь вводимых в эксплуатацию электрических машин в соответствии с 4.2.2);

7) состояние щеточного аппарата, контактных колец или коллектора (см. 4.2.3);

8) воздушный зазор между статором и ротором (между якорем и полюсами). Проверку произвести только для машин открытого типа в соответствии с 4.2.4;

9) сопротивление постоянному току обмоток. (Проверку произвести для вновь вводимых в эксплуатацию электродвигателей переменного тока мощностью более 300 кВт и машин постоянного тока мощностью более 200 кВт в соответствии с 4.2.5);

10) сопротивление изоляции обмоток, бандажей, термоиндикаторов и выносных подшипников (см. 4.2.6). Одновременно для вновь вводимых в эксплуатацию электрических машин (кроме электродвигателей переменного тока напряжением до 1000 В) проверить возможность включения машины без предварительной сушки (см. 4.2.7). При необходимости должна быть произведена сушка машины;

11) электрическую прочность изоляции обмоток электродвигателей переменного тока на напряжение выше 1000 В и машин постоянного тока мощностью более 200 кВт на напряжение более 440 В. (Проверку произвести на вновь смонтированном оборудовании в соответствии с ПУЭ);

12) величину биения контактных колец или коллектора (см. 4.2.3);

13) работу электродвигателя (генератора) на холостом ходу. (Проверку произвести для вновь вводимых в эксплуатацию машин.) Продолжительность проверки — 1 ч. У двигателей переменного тока измерить ток холостого хода, который должен быть одинаковым во всех трех фазах;

14) величину вибрации подшипников и всей машины (проверку произвести для вновь вводимых в эксплуатацию электрических машин, а для находящихся в эксплуатации — при необходимости (см. 2.9).

Допустимая амплитуда вибрации электрических машин не должна превышать значений, указанных в ПУЭ;

15) совпадение магнитных осей статора и ротора. Если при пуске двигателя в ход происходит устойчивый осевой сдвиг ротора до упора в сторону одного из подшипников, следует передвинуть статор двигателя в сторону, противополож-

ную сдвигу ротора. При этом статор необходимо установить в такое положение, чтобы при холостом ходе и при нагрузке двигателя ротор имел равномерный разбег в обе стороны. Такое положение статора соответствует совпадению магнитных осей статора и ротора двигателя;

16) работу двигателя (генератора) под нагрузкой. При этом проверить и оценить работу всех частей двигателя (генератора). Особое внимание обратить на характер и степень нагрева обмоток и отдельных частей машины, на наличие ненормальных шумов, на характер вибрации подшипников и машины в целом, на состояние коммутации;

17) нагрев двигателей и генераторов. Температуру нагрева отдельных частей электрических машин можно измерять термометрами, температурными датчиками или методом измерения сопротивлений обмоток постоянному току. При измерении термометром для лучшего теплового контакта шарик термометра рекомендуется обернуть станиолью и закрыть ватой или войлоком.

## 4.2.2. Проверка правильности включения обмоток

### 4.2.2.1. Асинхронные и синхронные двигатели

При проверке правильности включения обмоток асинхронных и синхронных электродвигателей необходимо определить начала и концы обмоток статора и ротора, промаркировать и соединить (см. табл. 4.2 и 4.3).

Определение начал и концов обмоток статора при наличии сухого элемента или аккумулятора произвести одним из следующих способов:

к одной из фаз подключить вольтметр, а на другую импульсами подать напряжение от батареи (рис. 4.30, *а*). Пересоединением выводов на вольтметре найти такое положение, при котором в момент подачи напряжения от батареи стрелка прибора отклонится вправо. При таком положении схемы начало фазной

Таблица 4.2

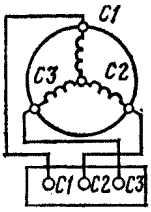
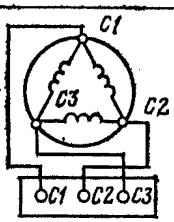
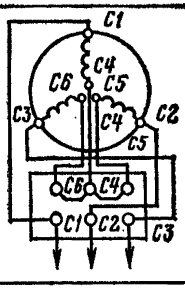
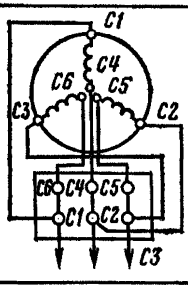
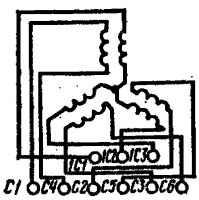
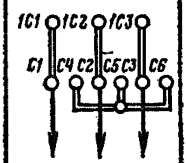
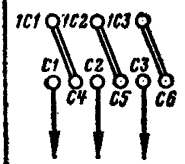
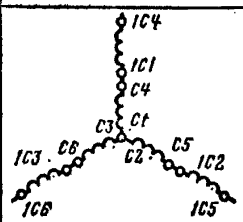
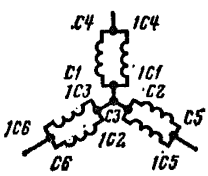
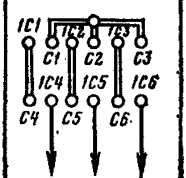
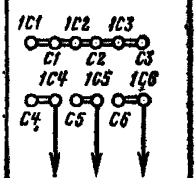
| *Число выводов* | *Схема соединений обмоток* | |
|---|---|---|
| | *звездой* | *треугольником* |
| *3* |  |  |
| *6* |  |  |

Таблица 4.3

| Число выводов | Схемы обмоток | Соединение выводов на 3 кВ | Соединение выводов на 6 кВ |
|---|---|---|---|
| 9 |  |  |  |
| 12 |   на 6 кВ / на 3 кВ |  |  |

обмотки будет на зажиме «плюс» батареи, а начало обмотки второй фазы — на зажиме «минус» вольтметра. Подобным образом определить начало и конец третьей фазы;

две фазы соединить последовательно и к выводам их присоединить батарею, а к третьей фазе подключить вольтметр (рис. 4.30, *б*). Если при этом две первые фазы окажутся включенными одноименными концами, то в момент включения

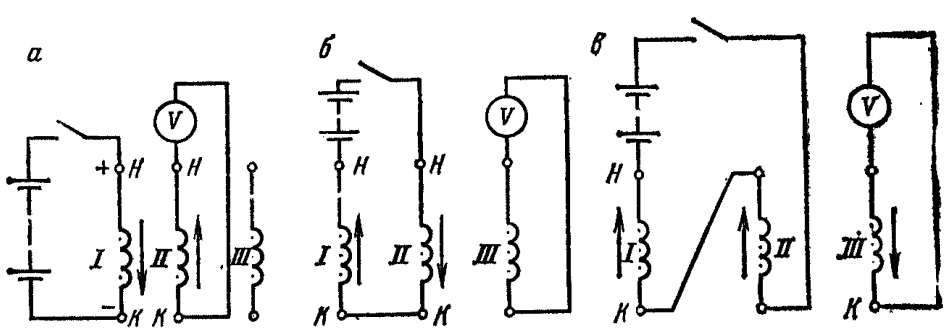



**Рис. 4.30. Схемы проверки маркировки выводов статора асинхронных двигателей с помощью источника постоянного тока и вольтметра**

цепи стрелка вольтметра не будет отклоняться. При соединении же первых двух фаз разноименными концами стрелка вольтметра в момент включения цепи будет отклоняться (рис. 4.30, *в*).

При отсутствии источника постоянного тока проверку можно произвести напряжением переменного тока одним из следующих способов:

при одинарных обмотках соединить последовательно произвольным образом две фазы статора, а свободные их зажимы присоединить к источнику пониженного напряжения переменного тока (рис. 4.31, *а*). К выводам третьей фазы подключить вольтметр переменного тока (или лампу). Если первые две фазы соединены одноименными выводами, то вольтметр, включенный в третью фазу, не будет

давать показаний (лампа не будет светиться). При соединении двух фаз разноименными выводами (рис. 4.31, *б*) вольтметр покажет наличие напряжения (лампа будет светиться) на третьей фазе. Подобным же образом определить начало и конец третьей фазы;

выводы фаз обмоток соединить наугад звездой, а затем нуль и любую фазу подключить к пониженному напряжению сети переменного тока (рис. 4.31, *в*).

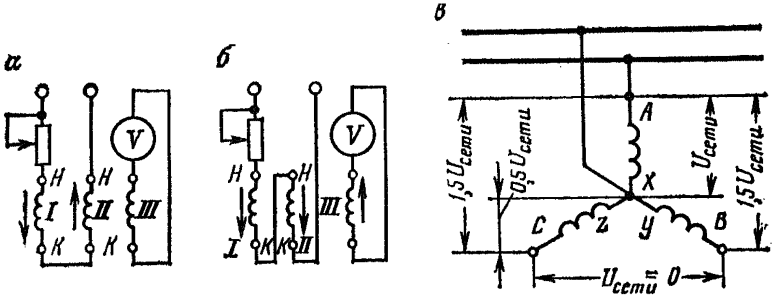



**Рис. 4.31. Схема проверки маркировки выводов статора с помощью источника переменного тока**

Меняя концы, подсоединяемые к звезде у двух свободных обмоток, добиться распределения напряжений, указанных на рис. 4.31, *в*. Это распределение напряжений соответствует правильной схеме соединения выводов обмотки;

при составных обмотках ток переменного напряжения подать на одну из секций обмотки (рис. 4.32, *а*), а к выводам других секций присоединить вольтметр. По наибольшему из измеренных напряжений $U$ найти другую часть обмотки этой фазы. Затем по схеме, показанной на рис. 4.32, *б*, определить полярность составных частей обмотки. При соединении выводов секций обмотки разноименными концами напряжение $U_2$ будет равно нулю (или близким к нулю). Подобным же образом определить полярность и остальных частей секционированной обмотки.

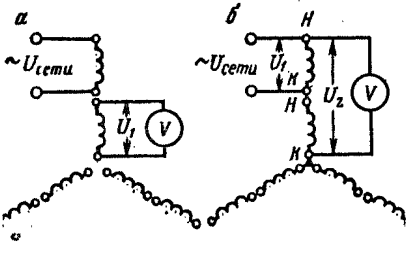



**Рис. 4.32. Схема проверки маркировки выводов статора при составных обмотках**

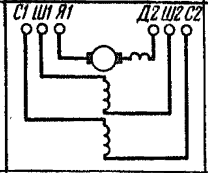
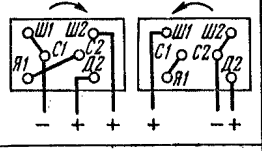
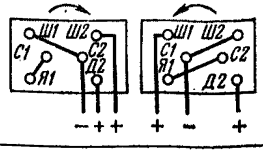
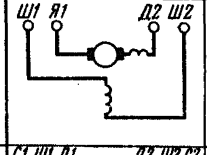
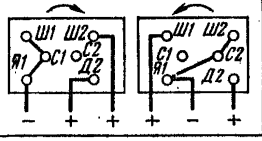
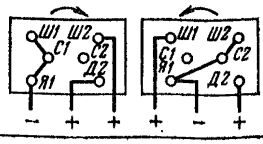
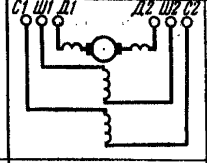
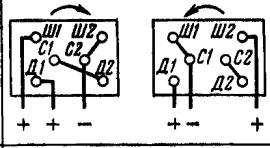
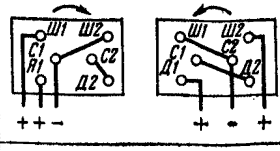
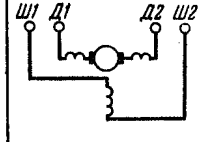
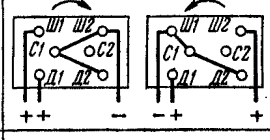
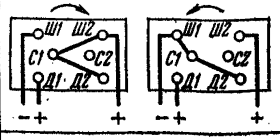
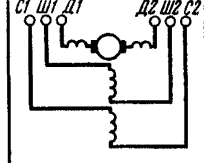
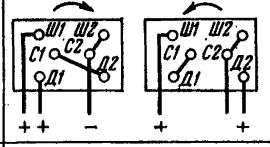
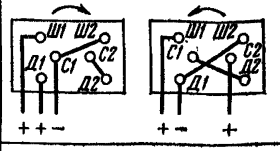
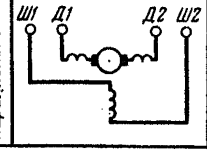
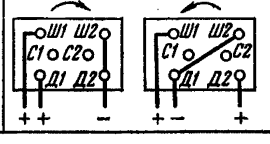
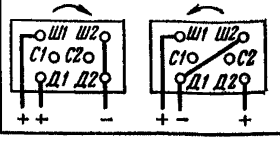
Для проверки соединения обмоток статора двигателей с фазным ротором можно использовать метод, при котором ротор необходимо подключить к источнику трехфазного симметричного напряжения пониженной величины (0,1—0,2$U_{ном}$), а затем измерить напряжение на выводах статорной обмотки, которое при правильном соединении обмоток статора должно быть симметричным. Начала и концы роторных обмоток асинхронных двигателей с фазным ротором определяют, как и у обмоток статора.

### 4.2.2.2. Генераторы и двигатели постоянного тока

При проверке правильности включения обмоток генераторов и двигателей постоянного тока необходимо определить правильность чередования полярности главных и дополнительных полюсов, маркировку выводов обмоток и правильность их соединения (табл. 4.4).

При работе машины в качестве генератора главные и дополнительные полюсы должны чередоваться так, чтобы по направлению вращения машины над любым главным полюсом находился разноименный дополнительный (*N—s—S—n*), а при работе машины в качестве двигателя — за главным находился одноименный дополнительный (*N—n—S—s*).

Таблица 4.4

| Габариты | Возбуждение | Схема внутренних соединений машин | Выводы и направление вращения | |
|---|---|---|---|---|
| | | | двигателей | генераторов |
| 1–3 | Смешанное |  |  |  |
| 1–3 | Параллельное |  |  |  |
| 4–6 | Смешанное |  |  |  |
| 4–6 | Параллельное |  |  |  |
| 7–11 | Смешанное |  |  |  |
| 7–11 | Параллельное |  |  |  |

Правильность чередования полюсов может быть проверена при помощи магнитной стрелки, которую необходимо подвесить на нити и осторожно (во избежание перемагничивания стрелки) подносить поочередно к каждому полюсу, питая при этом обмотку током. О полярности полюсов судят по току, какой конец магнитной стрелки притягивается к полюсу. В качестве магнитной стрелки могут быть использованы два стальных пера, связанных проволокой и подвешенных на нити. Перья должны быть предварительно намагничены и помечена их полярность.

Кроме указанного способа чередование полюсов может быть определено при помощи специальной испытательной катушки. Испытательную катушку намо-

тать из тонкой изолированной проволоки на кусок тонкого картона и присоединить ее к милливольтметру. В обмотку полюса подать ток, а испытательную катушку вдвинуть в зазор между якорем и полюсом и быстро ее выдвинуть. Стрелка прибора отклонится в определенную сторону в зависимости от направления тока в обмотке полюса. При правильном чередовании полюсов направление отклонения стрелки милливольтметра будет также чередоваться, если при переносе катушки от полюса к полюсу она обращена к полюсу одной и той же стороной. Вместо того чтобы выдергивать катушку, можно оставить ее на месте, а производить выключение тока, при этом стрелка милливольтметра будет отклоняться в сторону, зависящую от полярности.

В генераторах и двигателях правого вращения начало обмотки якоря *Я1* находится на щетках той полярности, к которой присоединен положительный провод сети. Направление вращения считается правым, когда машина вращается по часовой стрелке, если смотреть со стороны приводного конца вала. Правильность присоединения обмотки добавочных полюсов по отношению к якорю можно определить следующим образом. В якорь подать постоянный ток не более 10% номинального, обмотки возбуждения отсоединить, обмотку добавочных полюсов в цепь не включать (рис. 4.33). В зазор между одним из добавочных полюсов и якорем вставить испытательную катушку, присоединенную к милливольтметру, затем разомкнуть цепь якоря и следить за направлением отклонения стрелки прибора. Далее, оставив испытательную катушку на прежнем месте, присоединить обмотку добавочных полюсов так, как указано пунктиром на рис. 4.33; при этом обмотка якоря оказывается не включенной в сеть. Если при включении тока отклонение стрелки прибора противоположно отклонению стрелки в первом случае, то обмотка добавочных полюсов включена правильно, так как магнитный поток обмотки добавочных полюсов должен быть направлен против потока якоря. При наличии в машине компенсационной обмотки этот опыт можно выполнить, включив обмотку добавочных полюсов вместе с компенсационной; при правильном соединении компенсационной обмотки с обмоткой добавочных полюсов этот опыт определяет одновременно правильность включения якоря по отношению к обеим обмоткам. Правильность включения обмотки добавочных полюсов и компенсационной обмотки по отношению к якорю может быть проверена также переменным током, для чего включить названные обмотки последовательно с якорем в цепь переменного тока через реостат или автотрансформатор. При помощи амперметра и вольтметра определить полное (кажущееся) сопротивление этой цепи. Затем обмотку дополнительных полюсов вместе с компенсационной включить последовательно в цепь так, чтобы в них протекал ток в обратном направлении, и вторично определить полное сопротивление этой цепи. Правильным считается такое соединение обмоток, при котором полное сопротивление имеет меньшую величину. Это объясняется тем, что при правильном присоединении обмоток дополнительных полюсов и компенсационной обмотки к якорю магнитное поле якоря направлено против поля дополнительных полюсов и компенсационной обмотки. Сопротивление переменному току последовательно соединенных обмоток, создающих встречные потоки, будет меньше сопротивления обмоток, создающих одинаково направленные потоки.

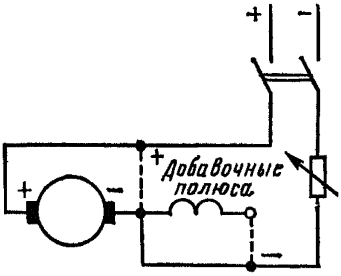



**Рис. 4.33. Схема определения правильности включения обмотки добавочных полюсов постоянным током**

## 4.2.3. Ревизия и наладка щеточного аппарата, коллектора и контактных колец

При ревизии и наладке щеточного аппарата, коллектора и контактных колец необходимо проверить:

1) правильность расположения щеток. Ось расположения щеток в машинах постоянного тока должна быть параллельна оси коллектора, а в машинах пере-

менного тока перпендикулярна плоскости контактных колец. Расстояния между сбегающими краями щеток соседних бракетов траверс по окружности коллектора должны быть одинаковыми;

2) установку щеточного аппарата на нейтраль. Щеточная траверса у машин постоянного тока должна быть установлена на нейтрали (рис. 4.34). Проверку установки щеток на нейтраль произвести индуктивным методом при неподвижном генераторе (двигателе). Для проверки установки щеток на нейтраль обмотку возбуждения отсоединить от обмотки якоря и других обмоток и подвести к ней пониженное напряжение постоянного тока в пределах 5—10 % номинального. К зажимам якоря присоединить милливольтметр. Замыкая и размыкая цепь возбуждения ключом *К*, определить отклонение стрелки милливольтметра, включенного в цепь якоря, которое зависит от положения щеток.

При установке щеток на нейтраль траверсу со щетками передвигать до тех пор, пока при включении и отключении цепи возбуждения стрелка милливольтметра не перестанет отклоняться. Это положение щеток и будет соответствовать нейтральной зоне;

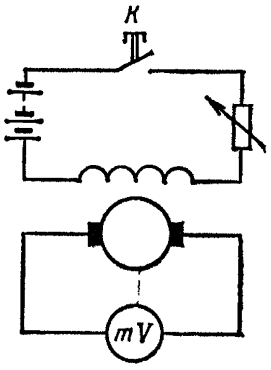



**Рис. 4.34. Проверка установки щеток на нейтрали**

3) марку и состояние щеток. Марки щеток следует выбирать в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя. В случае отсутствия этих данных необходимо учитывать условия работы щеток, рабочую плотность тока (А/см$^2$) и окружную скорость (м/с).

Щетки должны достаточно свободно перемещаться в щеткодержателях, но не иметь излишней слабины. Нормальная слабина щетки щеткодержателя должна составлять 0,2—0,3 мм.

Угольные щетки должны иметь зеркально блестящую поверхность на всей площади соприкосновения с коллектором или контактными кольцами и должны быть хорошо притерты к поверхности коллектора или контактным кольцам. Щетки притереть стеклянной бумагой, обращенной рабочей стороной к щеткам, путем перемещения ее взад—вперед. Применение наждачного или карборундового полотна для пришлифовки щеток недопустимо. После притирки щеток коллектор, контактные кольца, щетки и щеткодержатели очистить и продуть сжатым воздухом для удаления пыли и зерен стекла;

4) величину нажатия щеток. Величина нажатия (давления) щеток, создаваемая пружиной щеткодержателя, должна соответствовать определенному удельному давлению, зависящему от марки и размера щетки.

Разница в давлении на отдельные щетки не должна превышать 10 % среднего значения.

Величину нажатия (давления) щеток отрегулировать изменением затяжки (нажатия) пружин;

5) состояние и величину биения коллектора или контактных колец. Контактные поверхности коллектора и контактных колец должны быть цилиндрическими и иметь гладкий полированный вид без неровностей, царапин, вмятин, следов нагара. Слюда между коллекторными пластинами не должна выступать за поверхность коллектора.

Биение коллектора (контактных колец) измерить индикатором часового типа при отключенной машине и медленном проворачивании якоря (ротора). Для удобства измерения на конец стержня индикатора следует надеть плоский наконечник.

При биениях коллектора, превышающих 0,5 мм, необходимо произвести обточку резцом.

Коллектор проточить при скорости резания около 90 м/мин и подаче не более 0,05—0,1 мм на оборот. Перед проточкой коллектора его следует нагреть до 100 °С, затянуть в нагретом состоянии, затем дать ему остыть и снова затянуть. Затягивать следует только ослабевшие болты.

После проточки коллектор прошлифовать мелкозернистыми камнями, укрепленными неподвижно в суппорте, либо вращающимся карборундовым мелкозернистым кругом диаметром 150—300 мм. При шлифовке коллектора неподвижным камнем окружная скорость их вращения не должна превышать 10—12 м/с. При шлифовке коллектора вращающимся кругом последний должен вращаться навстречу коллектору. Подача при этом должна быть весьма незначительной.

При наличии царапин, нагара и прочих местных дефектов коллектор (контактные кольца) необходимо полировать. Полировку произвести также после проточки или шлифовки при нормальной скорости вращения, применяя мелкую стеклянную бумагу № 00. Для полировки коллектора стеклянную бумагу прикрепить к деревянной колодке, которую необходимо подогнать точно по диаметру коллектора. Контактные кольца проточить, прошлифовать и отполировать так же, как и коллектор.

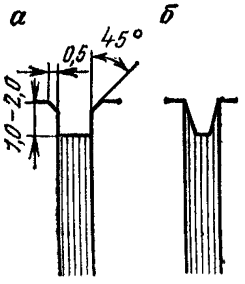



Рис. 4.35. Правильные (*а*) и неправильное (*б*) выпиливание слюды в коллекторе

При проточке, шлифовке и полировке коллектора и контактных колец необходимо следить за тем, чтобы стружка или абразивная пыль не попадали внутрь машины. Слюда (миканит) между коллекторными пластинами должна быть выпилена на глубину 1—2 мм. Выпиливание (продораживание) коллекторов малых машин постоянного тока необходимо произвести специальной пилкой, которую изготовить из небольшого куска ножовочного полотна, зажатого в рукоятку, а у больших машин — специальными фрезерными машинками. Пропиливание слюды должно быть выполнено, как показано на рис. 4.35. Края коллекторных пластин следует притупить шабером под углом 45° на ширину не более 0,5 мм. Контактные кольца, коллектор и щетки должны быть всегда чистыми. Особенно вредна для них угольная и металлическая пыль.

Коллекторы и контактные кольца можно чистить на ходу машины при помощи дощечки, обернутой сухой тряпкой. При этом следует изолировать себя от соприкосновения с токоведущими частями и не задевать руками и одеждой вращающихся частей машины.

## 4.2.4. Измерение и регулировка воздушного зазора

Зазор между ротором и статором (между полюсами и якорем) измерить калибровочными щупами с длиной пластин не менее 250 мм. Щуп необходимо направлять параллельно оси машины, так чтобы он соприкасался со сталью статора и ротора (полюсов якоря).

При длине ротора (якоря) 300 мм и более замеры произвести с двух сторон: со стороны муфты и со стороны контактных колец (коллектора). При меньшей длине ротора (якоря) замеры можно производить с одной стороны.

Воздушный зазор измерить в нескольких точках, обычно в четырех, сдвинутых относительно друг друга на 90°. В машинах большого диаметра измерения необходимо произвести в шести или восьми точках. В синхронных электродвигателях и машинах постоянного тока измерения произвести под серединой каждого полюса. Все измерения повторить 2 раза, каждый раз поворачивая ротор или якорь на 180°. Средним зазором в каждой точке является среднее арифметическое всех полученных значений в данной точке.

Средним зазором в машине является среднее арифметическое значение всех измеренных зазоров. Наибольшее отклонение от среднего зазора (неравномерность воздушного зазора) не должно превышать 10 %.

Зазор между ротором и статором отрегулировать толщиной и количеством прокладок под лапами статора и передвижением статора по горизонтали.

Для выравнивания зазора по вертикали толщина подкладок под каждой из ламп должна равняться половине разности зазоров в двух диаметрально противоположных точках по вертикали. Точно так же для выравнивания зазора по го-

ризонтали статор необходимо передвинуть в требуемую сторону на величину, равную половине разности зазоров по горизонтальному диаметру.

Если необходимо выравнить воздушный зазор между сталью статора и ротора (якоря) в небольших пределах, то там, где воздушный зазор больше, убрать прокладку соответствующей толщины и подложить ее под лапу со стороны меньшего зазора. При этом способе оси контрольных шпилек не смещаются и не требуется их пересверловка.

При монтаже рекомендуется статор опустить вниз на 0,1—0,3 мм (в пределах допустимой неравномерности) для получения внизу несколько большего зазора в расчете на пришабровку вкладышей на валу и их приработку в пусковой период. После регулирования зазора статор закрепить на фундаментной плите болтами и установить контрольные штифты.

Если во всех точках получаются значительные отклонения величины зазоров при различных положениях ротора, то нужно проверить цилиндричность поверхностей статора и ротора.

Для проверки формы расточки статора окружность последнего необходимо разбить на 6, 8, 12 и т. д. частей в зависимости от диаметра статора. В машинах постоянного тока взять число точек, равное числу полюсов. К каждой точке статора или к каждому полюсу подвести одну и ту же точку ротора или якоря и измерить зазор.

Для проверки цилиндричности поверхности ротора поступить аналогично, разделив на столько же равных частей окружность ротора; в синхронных двигателях число точек будет равным числу полюсов. Каждую из этих точек ротора подвести к одной и той же точке статора и произвести измерения.

По данным измерений судят о форме расточки статора и ротора.

## 4.2.5. Измерение сопротивления постоянному току обмоток

Измерение сопротивления постоянному току обмоток электрических машин произвести методом вольтметра — амперметра или с помощью моста постоянного тока.

Если у асинхронных и синхронных двигателей имеются выводы начала и конца каждой фазы, то измерить сопротивление непосредственно каждой фазы в отдельности.

В остальных случаях измерительную цепь присоединить непосредственно к зажимам обмоток статора и ротора.

При наличии трех выводов обмотки электродвигателей переменного тока измерить суммарное сопротивление двух фаз, а сопротивление фазы определить по упрощенным методам по формулам:

при соединении обмотки звездой

$$r_{ф} = 0{,}5r_{ц}; \tag{4,1}$$

при соединении обмотки треугольником

$$r_{ф} = 1{,}5r_{ц}, \tag{4,2}$$

где $r_{ц}$ — измеренное сопротивление двух фаз, Ом.

Если измерение производят методом вольтметра — амперметра, то источник постоянного тока подобрать из расчета необходимости обеспечения величины тока при измерении $I_{изм} \geqslant 0{,}2I_{ном}$ ($I_{ном}$ — номинальный ток обмотки, сопротивление которой измеряется).

При проведении измерений следует помнить, что обмотки многих электрических машин обладают значительной индуктивностью и при размыкании-замыкании измерительной цепи возможно появление значительных перенапряжений, представляющих опасность для обслуживающего персонала и измерительных приборов.

В связи с этим рекомендуется замыкание измерительной цепи производить при отключенном вольтметре и включать его только после достижения током установившейся величины, а перед размыканием измерительной цепи вольтметр следует отключать.

При измерении сопротивлений обмоток машин и резисторов следует учитывать температуру окружающей среды и при сравнении с паспортными данными вносить соответствующую поправку. При этом можно использовать упрощенную формулу

$$R = R_1 [1 - \alpha (t - t_1)], \qquad (4.3)$$

где $R$ — сопротивление обмотки (фазы) с учетом поправки на температуру окружающей среды, Ом; $R_1$ — сопротивление обмотки (фазы), полученное при измерении, Ом; $\alpha$ — температурный коэффициент сопротивления (ТКС), который определяют по формуле

$$\alpha = \frac{1}{k + t_1}, \qquad (4.4)$$

для меди $k = 235$; для алюминия $k = 245$; $t$ — температура, при которой производили заводские измерения (из паспорта), градус; $t_1$ — температура окружающей среды при данных измерениях, градус.

Измеренные величины сопротивления обмоток различных фаз не должны отличаться одна от другой или от заводских данных более чем на 2 %.

Значения сопротивлений обмоток возбуждения не должны отличаться от заводских данных более чем на 2 %. Значения сопротивления обмотки якоря (между коллекторными пластинами) не должны отличаться одна от другой более чем на 10 %, за исключением случаев, когда закономерные колебания этих величин обусловлены схемой соединения обмоток.

## 4.2.6. Проверка сопротивления изоляции

Измерение сопротивления изоляции обмоток электрических машин произвести мегомметром два раза — до испытания электрической прочности изоля-

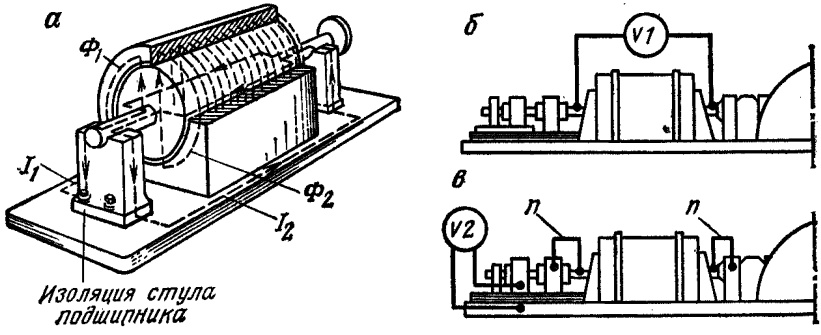



**Рис. 4.36. Проверка изоляции стула подшипника:**
*а* — схема образования тока через подшипник; *б* и *в* — проверка изоляции

ции и после в соответствии с требованиями ПУЭ. Одновременно с этим для вновь вводимых в эксплуатацию машин проверить возможность их включения без сушки согласно Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин переменного тока без сушки (СН 241—63) или Инструкции по определению возможности включения вращающихся электрических машин постоянного тока без сушки (СН 282—64).

У асинхронных и синхронных двигателей с $U_{ном} > 1000$ В необходимо произвести проверку сопротивления изоляции подшипников относительно фундаментной плиты при полностью собранных маслопроводах. При этом вольтметром на 3—10 В с малым внутренним сопротивлением измерить напряжение $U_1$ между концами вала (рис. 4.36). Предварительно необходимо закоротить масляную пленку подшипников наложением на вал медных щеток. Затем этим же

вольтметром измерить напряжение $U_2$ между стояком изолированного подшипника и фундаментной плитой. При исправной изоляции подшипника напряжения $U_1$ и $U_2$ должны быть одинаковыми или незначительно отличаться друг от друга. Если же в результате измерений окажется, что $U_2$ значительно меньше $U_1$, то это указывает на ухудшение состояния изоляции подшипника и необходимо принять соответствующие меры по ее улучшению.

## 4.2.7. Сушка электрических машин

На рис. 4.37 дана схема сушки генератора постоянного тока в режиме короткого замыкания (сушка машин переменного тока изложена в литературе и здесь не приводится). Последовательную цепь генератора замкнуть накоротко через автомат и амперметр, а параллельную обмотку возбуждения подключить через реостат большого сопротивления к независимому источнику. Для питания обмотки возбуждения необходим ток незначительной величины. Для предотвращения появления больших токов, которые могут привести к разрушению машины, последовательную обмотку возбуждения надо включить встречно, т. е. на размагничивание, а при ее отсутствии траверсу немного сдвинуть по направлению вращения машины (на 1—2 коллекторные пластины). Если при сдвиге щеточной траверсы с нейтрали получится недопустимое искрение на коллекторе, то можно прибегнуть к временному наложению на главные полюса последовательной обмотки возбуждения из расчета один виток на полюс.

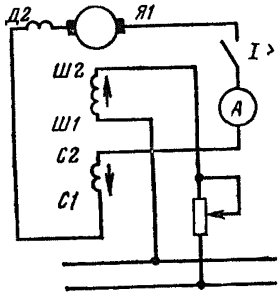



**Рис. 4.37. Схема сушки генератора постоянного тока в режиме короткого замыкания**

При сушке генераторов в режиме короткого замыкания следует иметь в виду возможность возрастания тока в цепи якоря, опасного для целости генератора. Поэтому перед сушкой следует произвести пробное включение генератора при установке автомата на пониженную силу тока. Убедившись в том, что ток якоря поддается и плавному регулированию изменением сопротивления реостата в цепи параллельной обмотки возбуждения, можно приступить к сушке.

Тихоходные подъемные двигатели постоянного тока могут сушиться на «ползучей скорости» (1—2 % номинальной). «Ползучая скорость» может быть получена, если изменить направление тока в полюсах (около 30 % общего количества) путем соответствующего пересоединения их выводных концов и питать якорь током от пониженного напряжения. Ток сушки вращающегося якоря может быть принят равным 0,5—0,6 номинального, а ток возбуждения 0,3—0,5 номинального.

# 4.3. АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ ПОДЪЕМНЫМИ УСТАНОВКАМИ

## 4.3.1. Контакторно-релейная аппаратура (КРА)

### 4.3.1.1. Общие указания

Объем, нормы и методика работ по ревизии и наладке различных видов КРА имеют много общего. Общими для всех видов КРА являются работы, приведенные в настоящем параграфе, а дополнительный объем, нормы и особенности наладки конкретных видов КРА изложены в 4.3.1.2—4.3.1.4.

При ревизии и наладке всех видов КРА необходимо проверить:

1) соответствие типа и номинальных данных аппарата условиям его эксплуатации. Технические данные аппарата должны строго соответствовать условиям его эксплуатации; работа аппарата в цепях с завышенными нагрузками по току и напряжению недопустима. Функции, выполняемые аппаратом в дан-

ной конкретной установке, должны соответствовать его назначению. Категория помещения, место установки и рабочее положение аппарата должны отвечать требованиям, указанным заводом-изготовителем;

2) состояние магнитной системы. Обратить внимание на надежность крепления всех деталей магнитной системы аппарата. Крепежные гайки и винты должны быть надежно поджаты. Подвижные части должны перемещаться плавно, без толчков и заеданий. Легкость хода аппарата проверить включением его от руки. При пуске в работу весь вазелин удалить, так как смазка способствует загрязнению поверхности и может стать причиной повышенного гудения магнитной системы или залипания якоря при работе аппарата.

Для проверки плотности прилегания якоря к ярму между ними проложить листок копировальной и листок тонкой белой бумаги и аппарат замкнуть вручную. Если обе половины магнитной системы соприкасаются только частью менее 60 % своей поверхности, а в других местах имеется зазор, больший 0,03—0,05 мм, то якорь подогнать. Шабровку шихтованных магнитопроводов производить вдоль слоев шихтовки. У Ш-образных магнитопроводов не следует снимать большой слой, так как это может уменьшить зазор между средними выступами магнитопровода. Для магнитопроводов релейно-контакторных аппаратов, в которых вместо электротехнической стали применена сталь ХВП, отличающаяся очень малым остаточным магнетизмом, невыключаемый воздушный зазор не регламентируется.

При жестко закрепленном на валу якоре проверить самоустановку сердечника. Смещение кромок полюсов якоря и сердечника относительно друг друга допускается не более: 2 мм для контакторов переменного тока и 0,5 мм для контакторов постоянного тока. При этом осевой люфт вала в подшипниках не должен превышать 0,3 мм.

Короткозамкнутые витки должны быть плотно зажаты в пазах сердечника. Крепление витков при их замене произвести подгибанием предназначенных для этого пластин, забиванием узких клиньев в паз или накерниванием края паза. Сами витки должны быть изготовлены сплошными, без мест соединений или на сварке (пайка не допускается). Замена материала короткозамкнутого витка и изменение сечения или средней длины его недопустимы, так как контактор может начать гудеть или виток будет настолько перегреваться, что перегреет катушку. Нормальная температура нагрева витка около 200 °С;

3) состояние контактных поверхностей. Контакты всегда должны быть сухими. Смазка контактных поверхностей не допускается, так как от дуги она выгорает и продуктами горения загрязняет контактные поверхности, вследствие чего увеличивается их нагрев и создаются условия для их приваривания. Контакты зачистить мелкой стеклянной бумагой или бархатным (личным) напильником. Запрещается чистить контакты наждачной бумагой, так как кристаллы наждака врезаются в медь и ухудшают контакт.

При зачистке контактных поверхностей необходимо строго сохранять первоначальную форму (профиль, радиус, закругление) контактов и стараться снять возможно меньший слой, удаляя только капли и наплывы до выравнивания поверхности, а не до выведения раковин; в противном случае контакты будут изнашиваться быстрее от зачистки, чем от дуги. После зачистки контакты следует протереть чистой ветошью. Полировка контактных поверхностей не требуется, так как это дает более высокое контактное давление, чем обработка напильником.

Серебряные контакты напильником не обрабатывать, а при обгорании протирать замшей. Если серебряная накладка износилась и в месте касания контактов появилась медь, такой контакт необходимо заменить;

4) сопротивление изоляции. Изоляцию катушек и контактов КРА измерить совместно со схемой управления в целом. Отключение отдельных аппаратов произвести только для отыскания участка схемы с пониженной изоляцией. При проверке изоляции необходимо следить за тем, чтобы не подать высокого напряжения на детали с пониженным испытательным напряжением (диоды, конденсаторы и др.).

Величина сопротивления изоляции КРА не нормируется. Практически следует считать допустимой величину изоляции не ниже 1 МОм.

Если при испытании выявлена плохая изоляция катушек, их необходимо просушить. Сушку желательно производить в вакуумных камерах с температурой 80—90 °С. При отсутствии специальных камер катушки необходимо располагать над источником тепла в зоне, имеющей температуру 60—70 °С. Отсыревшие катушки постоянного тока с пониженным (до десятков тысяч Ом) сопротивлением изоляции могут быть подсушены длительным включением (на несколько часов) на номинальное напряжение. При этом катушку рекомендуется снять с сердечника;

5) электрическую прочность изоляции. Испытание произвести для вновь смонтированного оборудования в соответствии с ПУЭ.

### 4.3.1.2. Контакторы переменного тока

При ревизии и наладке контакторов переменного тока дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить:

1) состояние дугогасительных устройств. Внешним осмотром проверить отсутствие прикосновения отдельных пластин дугогасительной решетки друг с другом. Убедиться в том, что пластины находятся на своих местах в соответствующих пазах. После установки камеры проверить отсутствие касания контактных пальцев о стенки камеры и пластины;

2) величины растворов, провалов и нажатия контактов.

Раствором контактов называется кратчайшее расстояние между контактными поверхностями при отключенном положении контактора. Измерение раствора произвести непосредственно линейкой, штангенциркулем или специальными шаблонами.

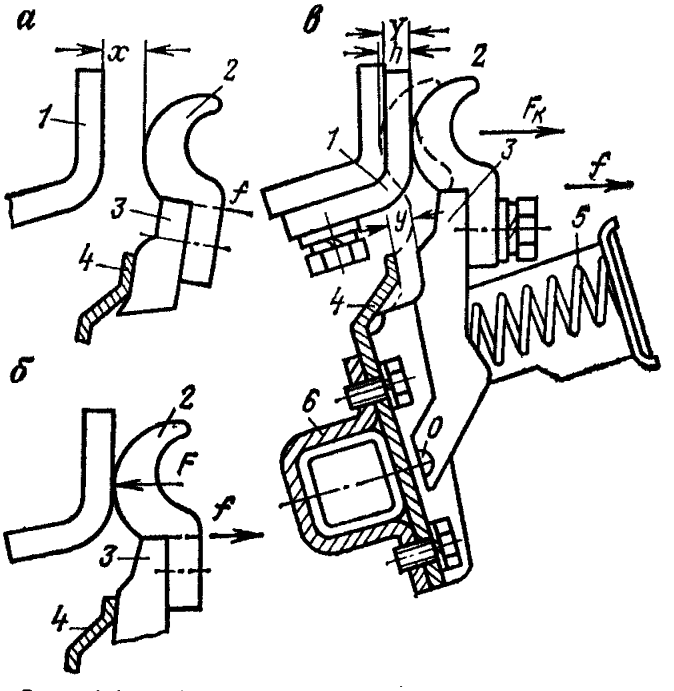



**Рис. 4.38. Контактная система контакторов серии КТ-5000:**

*а* — отключенное положение; *б* — начало касания контактов; *в* — конечное включенное положение; *x* — раствор; *У* — провал; *y* — зазор, контролирующий провал; $F_к$ — конечное нажатие на контакт; *F* — начальное нажатие на контакт; *f* — место приложения усилия для контроля нажатия; *О* — ось вращения подвижного контакта; *1* — неподвижный контакт; *2* — подвижный контакт; *3* — контактный рычаг; *4* — упор держателя; *5* — пружина контакта; *6* — вал; *h* — толщина неподвижного контакта

Провалом контакта называется расстояние, на которое может сместиться место касания подвижного контакта с неподвижным из положения полного замыкания, если удалить неподвижный контакт. Поскольку провал замерить практически невозможно, измеряют зазор, контролирующий провал, т. е. зазор, образующийся между кронштейном и подвижным контактом при замкнутом положении контактов.

Начальным нажатием контакта называется усилие, создаваемое контактной пружиной в точке первоначального касания контактов. Для проверки начального нажатия необходимо наметить линию соприкосновения контактов, разомкнуть контакты (открыть якорь); проложить полоску между подвижным контактом и кронштейном; наложить на линию соприкосновения петлю киперной ленты и зацепить ее крюком динамометра; оттянуть динамометр по направлению, перпендикулярному к плоскости касания контактов, до того момента, пока контакт не поднимется настолько, чтобы бумагу можно было передвинуть. Показание динамометра в этот момент даст величину начального нажатия.

Конечное нажатие характеризуется усилием прижатия подвижного контакта к неподвижному (силой сжатия контактных пружин) во включенном состоянии при возбужденной катушке контактора. При недостаточном нажатии

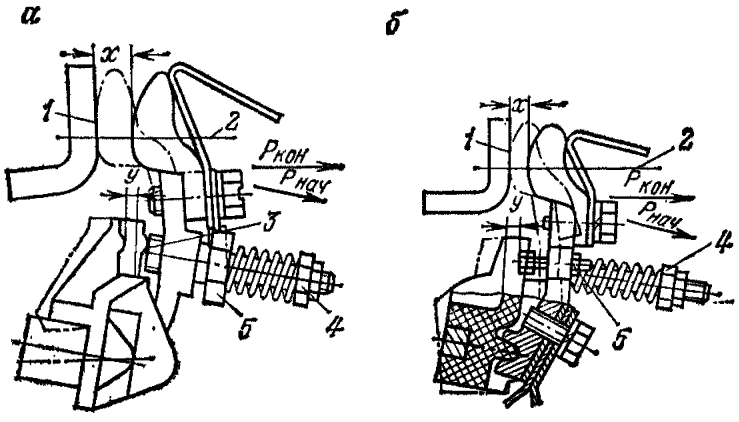



**Рис. 4.39. Место замера и регулировки провалов и нажатия контактов контакторов КТ-6000 и КТ-7000:**

*а* — на 400 А; *б* — на 100 и 160 А; *1* — место прокладки бумажной ленты при замере $P_{кон}$; *2* — линия касания контактов; *3* — место прокладки бумажной ленты при замере $P_{нач}$; *4* — регулировка нажатия на контакт; *5* — регулировка провала одновременности касания контактов

контакты могут приварицься, при увеличенном — контактор будет работать нечетко. По мере износа контактов величина конечного нажатия уменьшается. Для проверки конечного нажатия необходимо произвести полное включение контактора (включить катушку), зажать между контактами полоску бумаги, надеть на подвижный контакт петлю

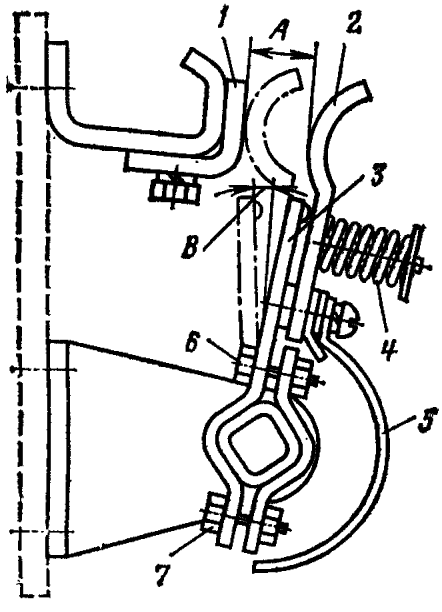



**Рис. 4.40. Контактная система контактора переменного тока КТ (дугогасительная камера снята):**

*1* — неподвижный контакт; *2* — подвижный контакт; *3* — контактная скоба; *4* — контактная пружина; *5* — гибкое соединение; *6* и *7* — винты; *А* — раствор контактов; *В* — зазор, контролирующий провал

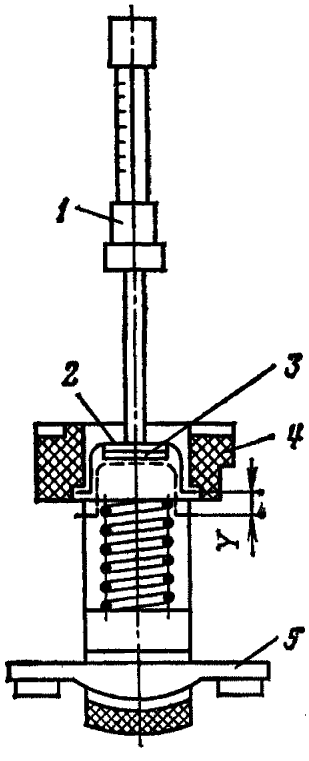



**Рис. 4.41. Проверка нажатия контактов контактора КТУ:**

*1* — динамометр; *2* — колпачок; *3* — регулировочная шайба; *4* — рейка; *5* — контактный мостик; *У* — провал контакта

из киперной ленты, затем оттянуть петлю крюком динамометра по направлению, перпендикулярному к плоскости касания контактов, до того момента, пока контакты не разойдутся настолько, чтобы бумагу можно было передвинуть. Динамометр при этом покажет величину конечного нажатия.

Начальное или конечное нажатие контактов отрегулировать по наибольшему значению усилия с тем, чтобы после износа контактов оно не снижалось ниже допустимых значений.

Места замера провалов и нажатий контактов контакторов КТ-5000 показаны на рис. 4.38, контакторов КТ-6000 и КТ-7000 — на рис. 4.39, контакторов КТ — на рис. 4.40, контакторов КТУ — на рис. 4.41.

Для увеличения раствора (или уменьшения провала) контакта контактора КТ гайку винта *7* (рис. 4.40) следует отпустить, а гайку винта *6* зажать. Если из-за неправильной сборки контактора это окажется недостаточным, необходимо слегка подогнуть контактную скобу *3*. Для уменьшения раствора (или увеличения провала) контакта требуется гайку винта *6* отпустить, а гайку винта *7* зажать.

В конструкции контактных систем контакторов КТ-6000 и КТ-7000 предусмотрены специальные регулировочные винты, при помощи которых осуществляется двукратное восстановление провала без смены контактов. Неодновременность касания контактов допускается не более 0,3 мм и обеспечивается регулировкой провалов.

Если блок-контакты контактора являются самостоятельным узлом, проверку их произвести по методике, изложенной в 4.3.1.4.1 пункт в, при наличии мостиковых контактов — по методике, изложенной в 4.3.1.4.1 пункт б.

### 4.3.1.3. Контакторы постоянного тока

При ревизии и наладке контакторов постоянного тока дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить:

1) состояние дугогасительных устройств. При внешнем осмотре необходимо убедиться в том, что камера дугогашения правильно укреплена на контакторе и хорошо прилегает к рогу неподвижного контакта, стальные пластинки прилегают к сердечнику без зазора (за счет их прижимности) и отсутствует касание подвижного контакта и его рога о стенки камеры.

Четкость гашения дуги оценить визуально при наблюдении за характером вспышки при размыкании контактов и по состоянию контактных поверхностей.

Проверку правильности присоединения последовательной дугогасительной катушки у контакторов серии КП произвести с помощью следующего простого правила: при взгляде на аппарат слева витки дугогасительной катушки, отходящие от верхнего неподвижного контакта, должны быть направлены по часовой стрелке (см. рис. 4.42).

На рис. 4.42, *а*, *б* стрелками со сплошными линиями показано направление тока *I*, магнитного потока Ф и силы магнитного дутья *F* при подаче «плюса» на подвижный контакт, а штриховыми — направление тех же величин (*I*, Ф и *F*) при подаче на подвижный контакт «минуса». При изменении направления тока в дугогасительной катушке магнитный поток также меняет свое направление, но направление магнитного дутья не меняется. Дугогасительные катушки с параллельным включением должны быть подключены так, чтобы направление создаваемого ими потока было согласовано с направлением тока через силовые контакты. Если известно направление намотки параллельной катушки, то при ее подключении можно руководствоваться рис. 4.42, *б*. При направлении тока от нижнего подвижного контакта к верхнему направление тока в дугогасительной катушке (если смотреть слева) должно идти по часовой стрелке, и, наоборот, противоположное, сверху вниз, прохождение тока в главной цепи требует также противоположного, т. е. против часовой стрелки (если смотреть слева), прохождения тока в катушке.

В тех случаях, когда направление намотки параллельной дугогасительной катушки неизвестно, проверку ее подключения можно произвести с помощью магнитной стрелки. Если согласно схеме главных цепей ток должен проходить от нижнего подвижного контакта к верхнему контакту контактора, то параллель-

ная дугогасительная катушка должна быть включена так, чтобы поднесенная к ней слева (рис. 4.42, *в*) магнитная стрелка притянулась северным полюсом *N*.

Если в силовой цепи ток должен проходить сверху вниз, то поднесенная слева к катушке магнитная стрелка должна притянуться южным полюсом *S*.

При отсутствии магнитной стрелки полярность можно проверить с помощью вспомогательной катушки (например, катушки реле РЭ-100), имеющей известное направление намоток. Для этой цели принимают, что на один вывод вспомогательной катушки будет подан «плюс», а на другой — «минус». Зная полярность выводов, следует установить катушки так, чтобы при наблюдении вдоль оси ток был направлен по часовой стрелке. Тогда ближайший к глазу торец катушки будет южным полюсом, а удаленный — северным полюсом. В дальнейшем вспомогательной катушкой можно пользоваться как магнитной стрелкой (см. рис. 4.42, *в*);

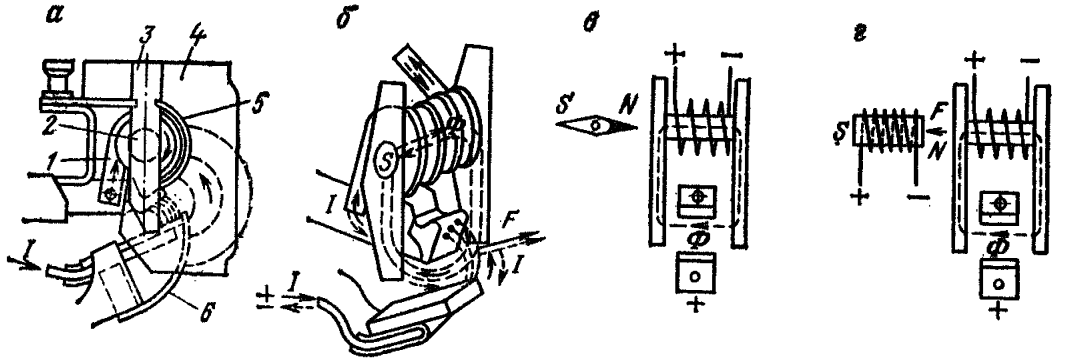



**Рис. 4.42. Дугогасительная система контактора серии КП-600:**
*а* — дугогасительная система; *б* — взаимосвязь между направлением тока *I*, магнитного потока Ф и силы магнитного дутья *F*; *в* — проверка правильности присоединения дугогасительной катушки с помощью магнитной стрелки; *г* — проверка правильности присоединения дугогасительной катушки с помощью вспомогательной катушки; *1* — дугогасительная катушка (последовательная и параллельная); *2* — стальной сердечник; *3* — полюсы; *4* — дугогасительная камера; *5* и *6* — дугогасительные рога

2) состояние растворов, провалов и нажатий контактов. Проверку произвести согласно 4.3.1.1 с учетом особенностей, изложенных ниже:

результаты измерений нажатий растворов и провалов контактов сравнить с данными завода-изготовителя, если блок-контакт контактора является самостоятельным узлом, проверку произвести по методике, изложенной в 4.3.1.4.1 пункт в, при наличии мостиковых контактов — по методике, изложенной в 4.3.1.4.1 пункт б.

### 4.3.1.4. Электромагнитные реле

В зависимости от выполняемых функций реле как постоянного, так и переменного тока разделяются на промежуточные, указательные (сигнальные), реле тока (напряжения) и реле времени. Особую категорию составляют трехобмоточные реле, выполняющие функции токового реле ускорения (РТУ)

4.3.1.4.1. Промежуточные и указательные реле. При ревизии и наладке промежуточных и указательных электромагнитных реле дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить состояние растворов, провалов и нажатий контактов. Проверку произвести аналогично изложенному в 4.3.1.1, с учетом следующих особенностей:

а) регулировочные характеристики контактных систем наиболее распространенных реле приведены в табл. 4.5;

б) для реле, имеющих мостиковые контакты (РЭ-100, РЭ-180 и др.), регулировку растворов и провалов произвести изменением длины выступающей части стоек *6* неподвижных контактов (рис. 4.43). Для реле РЭВ-800 и РЭВ-880 (рис. 4.44) регулировку растворов и провалов контактов произвести изменением

Таблица 4.5

| Тип серии | Провал контактов, мм | Раствор контактов, мм | | Нажатие на контактный мостик, Н (гс) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | замыкающих | размыкающих | начальное | конечное |
| РЭ-70Е<br>РЭ-100Е<br>РЭ-180Е | 0,5—0 | Не менее 1 | Не менее 3,5 | 0,69—0,98<br>(70—100) | 0,98—1,17<br>(100—120) |
| РЭ-81 | 1,5—2 | 3,5—4 | | 0,5—0,7 | 0,98—1,17 |
| РЭ-84 | 1,5—2 | 5,5—6 | | (50—70) | (100—120) |
| РЭВ-218 | 3—4 | 9—10 | — | — | Около 1,47<br>(около 150) |
| РЭВ-350 | — | 1,5 максимальный | | — | — |
| РЭВ-500 | 0,5—1 | Не менее 4 | Не менее 3,5 | Не менее 0,69<br>(не менее 70) | Не менее 0,88<br>(не менее 90) |
| РЭВ-800<br>РЭВ-880 | 1,5—2 | Не менее 4 | Не менее 3,5 | 0,69—0,98<br>(70—100) | 0,98—1,17<br>(100—120) |
| РЭМ-200 | 1—1,5 | 2—2,25 | | — | 1,27<br>(130) |

положения неподвижных контактов на контактных стойках *7*. Блок-контакты следует отрегулировать так, чтобы мостик касался контактных штырей обеими сторонами одновременно;

в) для реле, имеющих контактную систему в виде отдельного узла (РЭ-500 и др.), регулировку провалов и растворов можно осуществить (рис. 4.45) следующим образом: изменением положения упорного винта *2*; подгибанием нажимной скобы *5*; подкладыванием шайб под втулку *6*; подкладками *8* под основание контактного узла;

г) для реле, имеющих лепестковые контакты (РКН, РПН, РКС,

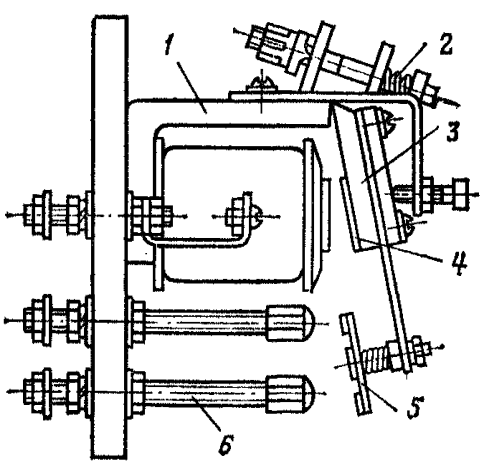



**Рис. 4.43. Реле типов РЭ-100 и РЭ-180:**
*1* — сердечник; *2* — возвращающая пружина; *3* — якорь; *4* — немагнитная прокладка; *5* — контактный мостик; *6* — стойка неподвижного контакта

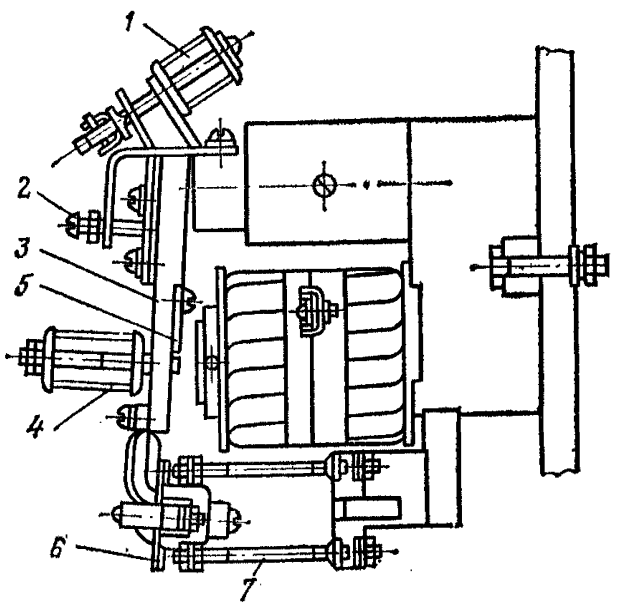



**Рис. 4.44. Реле типа РЭВ-880:**
*1* — возвращающая пружина; *2* — упорный винт; *3* — якорь; *4* — отжимная пружина; *5* — немагнитная прокладка; *6* — контактный мостик; *7* — контактная стойка

ПЭ и др.), зазор между контактами отрегулировать изгибанием пружин у их основания, специальными приспособлениями (рис. 4.46);

д) у реле РУ-21 прогиб неподвижных контактных пластин *7* (рис. 4.47) при повороте барабанчика с контактным мостиком *6* должен быть 1—2 мм. Контакты отрегулировать подгибанием контактных пластин *7*. После регулировки проверить свободное вращение барабанчика при поднятом якоре *5*. Продольный люфт барабанчика должен быть не более 0,3—0,4 мм.

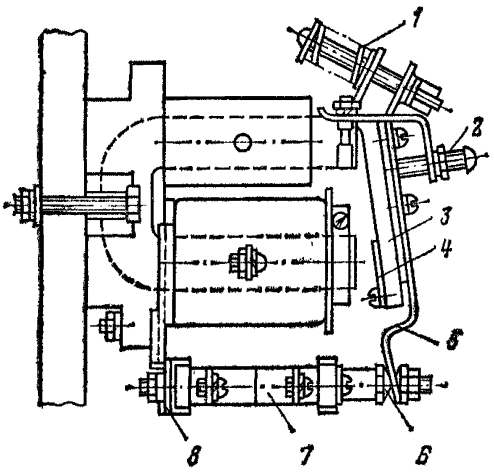



**Рис. 4.45. Реле типа РЭ-500:**
*1* — возвращающая пружина; *2* — упорный винт; *3* — якорь; *4* — немагнитная прокладка; *5* — нажимная скоба; *6* — втулка; *7* — контактный узел; *8* — подкладка под контактный узел

Напряжение или ток включения отрегулировать изменением натяжения возвратной пружины *8*.

4.3.1.4.2. Реле тока (напряжения). При ревизии и наладке реле тока (или напряжения) дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить:

1) величину растворов, провалов и нажатий контактов. В зависимости от конструкции контактной системы проверку и регулировку этих параметров произвести в соответствии с указаниями, изложенными в 4.3.1.4.1;

2) величину напряжения (или тока) срабатывания (включения или отключения). Регулировку напряжения (тока) включения выполнить изменением воздушного зазора реле и натяжения возвратной пружины. Величина зазора зависит от положения упорного винта, а сжатие пружины — от навинчивания регулировочной гайки. Максимальная величина зазора ограничивается

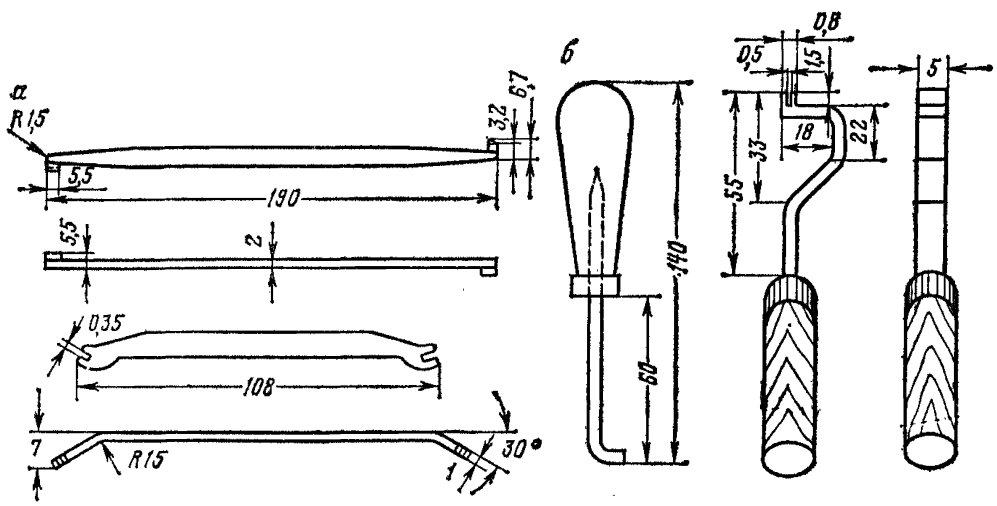



**Рис. 4.46. Приспособление для регулировки контактных пружин:**
*а* — лапки; *б* — регулировочные ключи

предельными значениями растворов и провалов контактов. Натяжение пружины должно быть достаточно сильным, чтобы создаваемый ею момент во много раз превышал момент трения. Максимальное первоначальное сжатие пружины ограничивается тем, что при включенном якоре ее ветви не должны касаться друг друга.

Грубую регулировку напряжения (тока) отключения выполнить подбором немагнитных прокладок, тонкую — изменением натяжения пружины.

Реле напряжения или тока, предназначенные для регулирования на отключение, должны иметь достаточно толстую немагнитную прокладку, так как в противном случае из-за ее деформации уставка при работе реле быстро изменится.

Настройку максимальных реле произвести в следующем порядке. Пружину реле затягивать до тех пор, пока указатель не остановится против значения шкалы, соответствующего проектной уставке. Смещением упора якорь реле отодвинуть на такое расстояние, при котором ток включения становится равным уставке реле, при этом должен сохраниться достаточный раствор контактов. После окончания настройки реле на шкале против движка сделать пометку, а положение регулировочной гайки зафиксировать шплинтом.

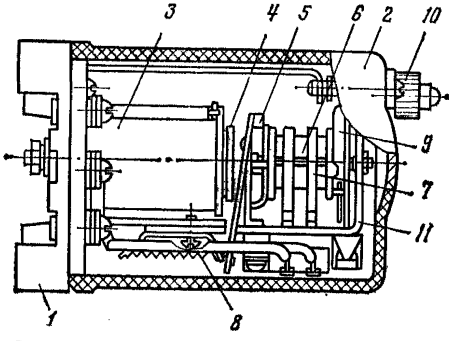



**Рис. 4.47. Реле РУ-21:**

*1* — цоколь; *2* — кожух; *3* — катушка; *4* — сердечник; *5* — якорь; *6* — контактный мостик; *7* — контактные пластины; *8* — возвратная пружина; *9* — указатель; *10* — кнопка возврата указателя; *11* — скоба

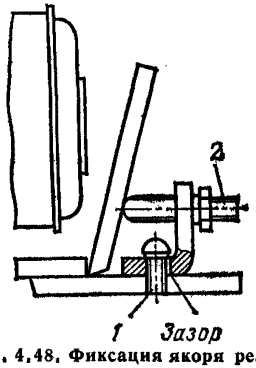



**Рис. 4.48. Фиксация якоря реле**

В отдельных случаях при отсутствии подходящих источников питания и средств регулирования настройку токовых реле можно выполнить эталонной катушкой с большим и точно известным числом витков. Во время настройки при помощи эталонной катушки ее необходимо установить вместо рабочей, а реле настроить на новый ток уставки, определенный по формуле

$$I'_{\text{уст}} = I_{\text{уст}} \frac{n}{N}, \qquad (4.5)$$

где $I_{\text{уст}}$ — требуемая уставка реле, А; $n$ — число витков рабочей катушки; $N$ — число витков эталонной катушки.

При обратной замене эталонной катушки на нормальную необходимо не нарушить настройку реле. Перестановку катушек произвести так, чтобы сжатие пружины и зазор, отрегулированные ранее, остались без изменений. Для этого у максимальных реле якорь необходимо снять вместе с пружиной, не вынимая контрольный штифт и не сдвигая регулировочную гайку. Если этого сделать нельзя, то, для того чтобы при снятии пружины не нарушить настройку реле, необходимо расшплинтовать не регулировочную гайку, а противоположный конец регулировочного винта. Таким же образом следует поступать и при смене вышедшей из строя катушки у реле напряжения.

Для реле РЭ-500, РЭ-570 и других упорный винт *2* (рис. 4.48), ограничивающий ход якоря при отключении, находится на небольшом расстоянии от призмы качания. Вследствие этого даже при небольшом отходе скобы, несущей упорный винт, заметно возрастает напряжение (или ток) включения. Поэтому скобу, несущую упорный винт *2*, следует закрепить так, чтобы зазоры под винтами *1* в ближней к якорю части были полностью выбраны, а упорный винт *2* необходимо скруглить и все винты зафиксировать пружинными шайбами.

4.3.1.4.3. Реле времени. При ревизии и наладке реле времени дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить:

1) величину растворов, провалов и нажатий контактов. В зависимости от конструкции контактной части реле проверку и регулировку этих параметров произвести в соответствии с указаниями, изложенными в 4.3.1.4.1;

2) выдержку времени на заданной уставке. Проверку выдержки (рис. 4.49) времени произвести часовым (ручным) секундомером (если выдержка времени составляет несколько секунд) или электрическим секундомером (если величина уставки до 1 с или при необходимости более точных замеров).

У реле серий РЭ и РЭВ регулировку выдержки времени осуществить изменением толщины немагнитной прокладки (грубая регулировка) и изменением натяжения возвращающей пружины (тонкая регулировка). Для получения ми-

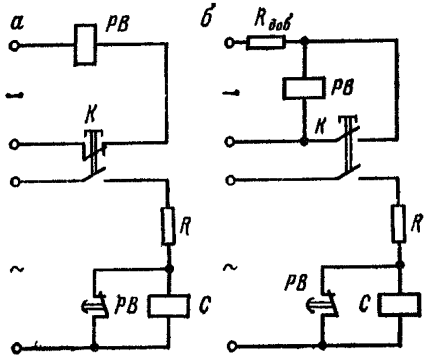



**Рис. 4.49. Схема измерения выдержки времени электросекундомером;**
*а* — при отключении катушки реле; *б* — при закорачивании катушки реле; *РВ* — реле времени; *С* — электросекундомер; $R_{доб}$ — добавочный резистор

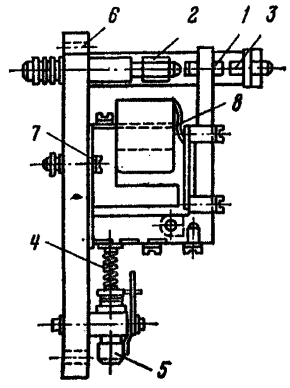



**Рис. 4.50. Реле РЭ-190;**
*1* — подвижной контакт; *2* и *3* — неподвижные контакты; *4* — регулировочная пружина; *5* — регулировочный винт; *6* — плита реле; *7* — контактный винт; *8* — фиксатор катушки

нимальной выдержки времени на отключение установить немагнитную прокладку толщиной 0,5 мм. Чем больше выдержка времени, тем тоньше должна быть немагнитная прокладка.

Самые тонкие стандартные прокладки имеют толщину 0,1 мм: более тонкие прокладки ставить недопустимо, так как они могут деформироваться от ударов якоря о сердечник и разбиться отчего изменится выдержка времени и может даже произойти «залипание» якоря. «Залипание» также может произойти, если чрезмерно ослаблена возвратная пружина. Для предотвращения «залипания» необходимо сделать 1,5—2 оборота регулировочной гайки сверх того положения, при котором получается «залипание».

При выполнении очень точной регулировки реле времени следует помнить, что с нагревом катушки и гильзы выдержка времени уменьшается. Поэтому следует регулировать реле при холодной катушке на выдержку, несколько большей, чем заданная установка, а затем при работе схемы, когда реле прогреется до своей рабочей температуры, проверить и уточнить выдержку времени реле.

У реле времени РЭ-500, РЭ-800, РЭ-880 различные диапазоны выдержки времени достигаются применением съемных дополнительных демпферов.

4.3.1.4.4. Трехобмоточные реле. Реле РЭ-190 и РЭ-5600 имеют три магнитных сердечника с надетыми на них катушками и три якоря, укрепленные на общей рамке (рис. 4.50). Номинальный ток реле 5 А. Реле может быть отрегулировано на ток включения в пределах 0,5—1,4 А. Коэффициент возврата реле 0,5—0,9.

Для удовлетворительной работы схемы управления при автоматическом пуске реле должно обладать достаточно высоким коэффициентом возврата (0,8—

0,85), характеризующимся отношением тока отключения к току включения. Для получения высокого коэффициента возврата необходимо, чтобы якорь имел незначительный ход при возможно большем зазоре между якорем и сердечником во включенном состоянии, так как при большем зазоре уменьшается разность между токами включения и отключения.

При регулировке реле необходимо первоначально установить зазор на отключение около 2 мм (зазор между сердчником и якорем во включенном состоянии) и зазор на включение 4 мм (зазор между сердечником и якорем в отключенном состоянии).

Регулировку произвести в такой последовательности:

изменить натяжение пружины вращением фасонного регулировочного винта *5*, при этом изменится одновременно ток включения и ток отключения;

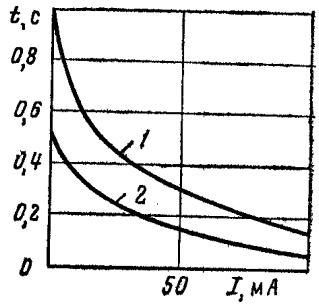



**Рис. 4.51. Изменение выдержки времени в зависимости от тока в ссаживающей обмотке при разной толщине немагнитной прокладки;**
*1* — Δ = 0,1 мм; *2* — Δ = 0,2 мм

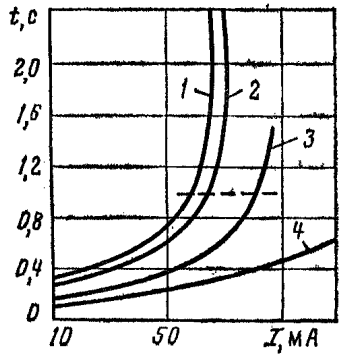



**Рис. 4.52. Изменение выдержки в зависимости от тока в токовой обмотке при разных токах в ссаживающей обмотке:**
*1* — $I_{ссаж}$ = 50 мА; *2* — $I_{ссаж}$ = 60 мА; *3* — $I_{ссаж}$ = 75 мА; *4* — $I_{ссаж}$ = 100 мА

изменить положение неподвижных контактов. Передний неподвижный контакт *3* влияет на положение отключенного якоря, поэтому регулируется ток включения. Задний неподвижный контакт *2* влияет на положение включенного якоря, поэтому регулирует ток отключения;

изменить величину сопротивления добавочного резистора, включенного последовательно с катушками реле (в случае, когда реле включено в цепь ротора).

Трехобмоточные реле по току и времени имеют одну магнитную систему с тремя обмотками: удерживающую, токовую и ссаживающую.

Магнитные потоки, создаваемые первыми двумя обмотками, совпадают, а магнитный поток третьей, ссаживающей, обмотки направлен встречно им.

При наладке величину намагничивающей силы удерживающей и ссаживающей обмоток подобрать так, чтобы при их включении реле оставалось включенным, а при отключении удерживающей обмотки якорь отпадал с определенной выдержкой времени.

Так же, как и у обычного реле времени, дополнительная регулировка выдержки времени осуществляется грубо с помощью немагнитных прокладок между якорем и сердечником и более тонко за счет натяжения пружины. Следует отметить, что у трехобмоточных и однообмоточных реле времени роль пружины аналогична. Дополнительные особенности регулировки трехобмоточных реле обусловлены наличием ссаживающей и токовой катушек. Степень влияния ссаживающей катушки на величину выдержки времени показана кривыми на рис. 4.51. Из приведенных кривых видно, что получить необходимую выдержку времени при работе только удерживающей обмотки можно при токах в ссаживающей обмотке до 50 мА и при толщине немагнитной прокладки 0,1—0,15 мм. На рис. 4.52 приведены кривые, характеризующие выдержку времени в функ-

ции тока в токовой обмотке при разной величине тока в ссаживающей обмотке. Однако эти кривые сняты при мгновенном отключении удерживающей обмотки и фиксированной величине тока в токовой обмотке. В действительности же ток в токовой обмотке все время изменяется, вследствие чего фактическая выдержка времени будет намного меньше величин, характеризуемых кривыми на рис. 4. 52, а в некоторых случаях она будет совершенно отсутствовать и все управление будет осуществляться только в функции тока. Но и при наличии выдержки времени избежать неравномерных толчков тока на отдельных ступенях переключения роторных сопротивлений почти невозможно.

4.3.1.4.5. Реле и электромагниты, встроенные в приводы масляных выключателей. Встраиваемые в приводы электромагнитные реле защиты относятся к категории вторичных реле прямого действия, т. е. совмещают измерительный и исполнительный органы. Конструктивно они выполняются соленоидного или клапанного типа.

В качестве реле максимального тока прямого действия наибольшее распространение получили реле серии РТМ, которые по конструкции сердечников бывают с тяжелым или облегченным сердечником, а по способу регулировки тока включения — со ступенчатой и плавной регулировкой. Различаются они также и по своим обмоточным данным.

В реле РТМ с тяжелым сердечником ток включения регулируется ступенчато изменением числа включенных витков обмотки или плавно — изменением начального расстояния между сердечником и контрполюсом. В реле РТМ с облегченным сердечником ток включения регулируется плавно. Реле со ступенчатой регулировкой тока включения для переключения витков имеют специальный коммутатор штепсельного или поворотного типа.

В ячейках РВД в качестве реле максимального тока применяют также соленоидные реле косвенного действия со ступенчатой регулировкой тока включения. По конструкции они аналогичны реле РТМ, но имеют меньшие габариты.

В качестве минимального (нулевого) реле защиты применяют реле прямого действия РН.

Встраиваемые в электромагнитные приводы электромагниты включения и отключения прямого действия имеют различные конструкции, обусловливаемые конструкцией приводов.

При ревизии и наладке встроенных вторичных реле и электромагнитов дополнительно к объему, указанному в 4.3.1.1, необходимо проверить:

1) состояние латунных гильз. Погнутости, вмятины и перекосы исправить на специальной медной или латунной оправе. Заусенцы на разрезных гильзах устранить мелким напильником или надфилем;

2) правильность сборки бойков и их центровку относительно оси контрполюса. Погнутые бойки исправить на ровной плите с применением деревянной накладки. Для систем, у которых шток бойка связан с сердечником, проверить качество резьбовых соединений, наличие и надежность затяжки контргаек;

3) наличие латунных шайб (у некоторых реле — колец) между контрполюсом и сердечником, а также между сердечником и крышкой, если крышка стальная;

4) состояние ломающихся рычагов, возвратной и отключающей пружин у реле минимального (нулевого) напряжения. Необходимо убедиться в надежности замыкания отключающей пружины системой ломающихся рычагов при втянутом сердечнике и безотказность ее освобождения при плавном и резком отключении сердечника;

5) напряжение (или ток) включения реле. Проверку произвести одновременно с испытанием защиты (см. 4.7).

## 4,3.2. Высоковольтные реверсоры

При ревизии и наладке высоковольтных реверсоров необходимо проверить:

1) соответствие типа и номинальных данных реверсора условиям его эксплуатации. Эксплуатация реверсора с превышением допустимых нагрузок по току и напряжению приводит к преждевременному выходу его из строя;

2) состояние дугогасительных устройств. В реверсорах КТР-6200 (рис. 4.53) гашение дуги происходит в широких, параллельно расположенных камерах, куда она перемещается под действием магнитного поля дугогасительной катушки

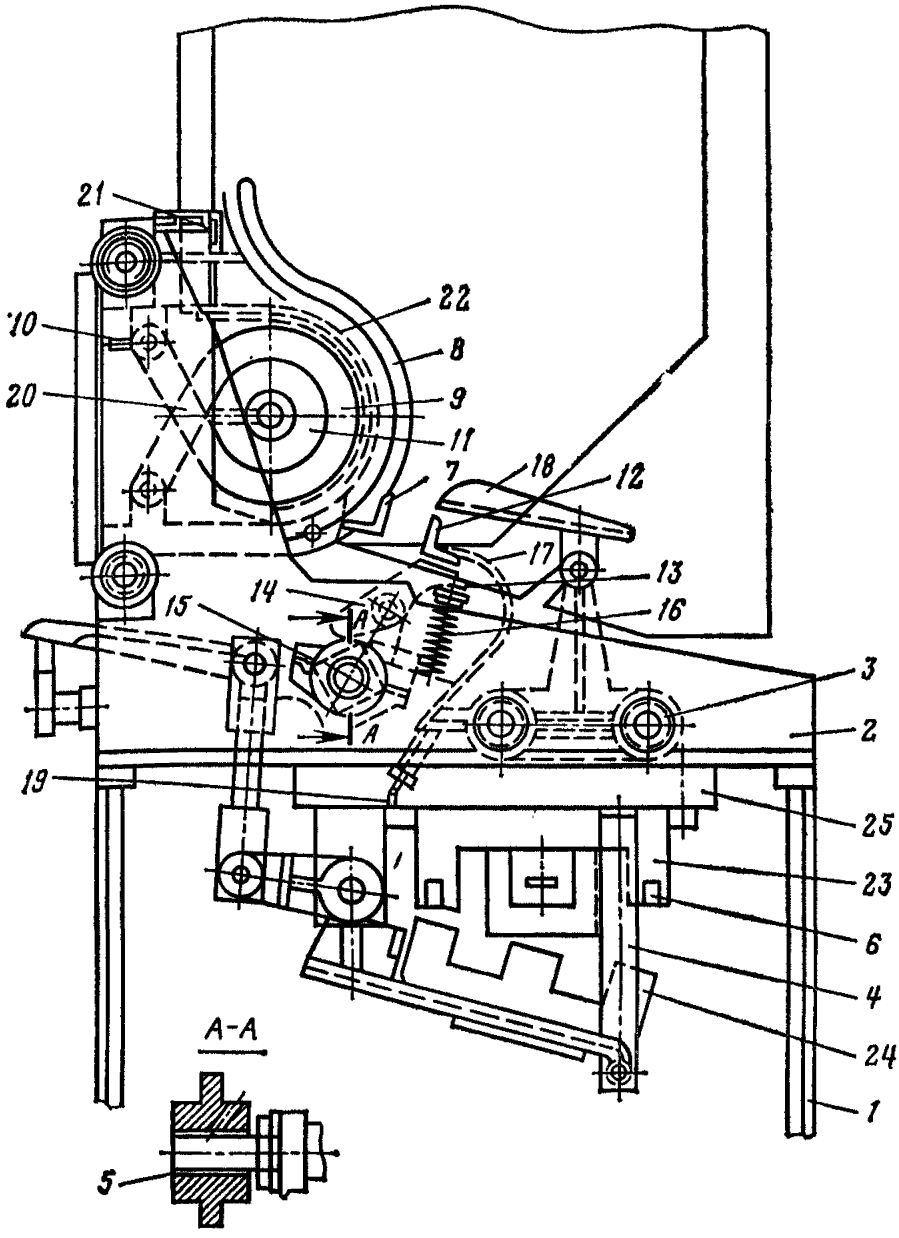



**Рис. 4.53. Верхняя часть реверсора КТР-6200:**

*1* — каркас; *2* — кронштейн; *3* — рейка; *4* — катушка; *5* — латунная втулка; *6* — короткозамыкающий виток; *7* — сухарь неподвижного контакта; *8, 18* — дугогасительный рог; *9* — дугогасительные катушки; *10* — зажим для присоединения внешнего провода; *11* — стальной сердечник; *12* — сухарь подвижного контакта; *13* — контактный рычаг; *14* — ось держателя; *15* — держатель; *16* — пружина; *17* — гибкое соединение; *19* — зажим гибкого соединения; *20* — винт; *21* и *22* — гетинаксовые прокладки; *23* — сердечник магнитной системы; *24* — якорь магнитной системы; *25* — асбоцементная плита

и где она расщепляется и охлаждается продольными перегородками. Дугогасительный рог *8* способствует удлинению и гашению дуги.

При осмотре дугогасительных устройств реверсоров КТР проверить отсутствие повреждений дугогасительных асбоцементных камер и продольных

перегородок выше стальных полюсных щек, гетинаксовых прокладок *21* и *22*, дугогасительных рогов *8* и *18*, дугогасительных катушек *9*.

В дугогасительных устройствах реверсоров РВМ (рис. 4.54) проверить целостность керамических деталей, отсутствие зазоров между керамическими плитками и наличие всех деталей.

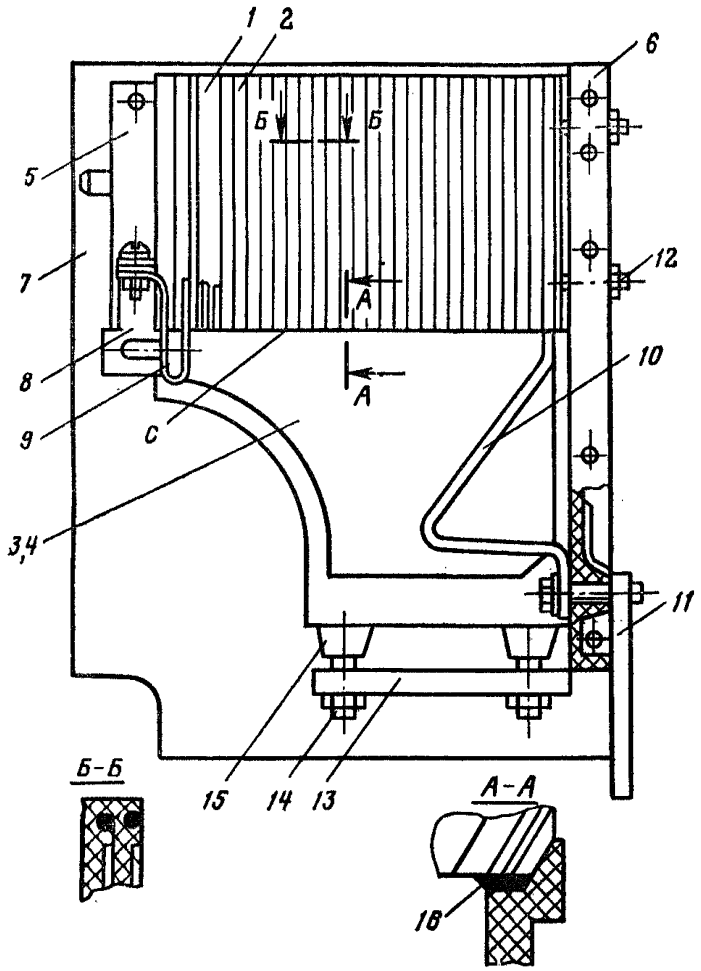



**Рис. 4.54. Камера дугогашения контактора КВМ реверсоров серии РВМ:**
*1, 2* — керамические плитки; *3, 4* — керамические направляющие щеки; *5, 6* — пластмассовые планки; *7* — гетинаксовая щека; *8* — штепсельная вилка; *9* — крайний рог; *10* — рог; *11* — держатель; *12* — специальные винты; *13* — планка; *14* — винт; *15* — упор; *16* — асбестовая полоса

Винтами *14* и упорами *15* керамические щеки *3* и *4* плотно прижать к плиткам *1* и *2* до ликвидации зазора по линии *С*. Отдельные плитки пакета могут отходить вверх от керамических щек. Легкими ударами сверху через деревянную наставку по каждой плитке следует добиться их плотного прилегания к щекам, предварительно проверив затяжку пакета винтами *12*. Нормально установленная дугогасительная камера должна быть надежно соединена со скобой штепсельной вилкой *8*, а держатель *11* должен свободно надеваться на две шпильки нижнего упора камеры. Кроме того, особое внимание следует обратить на соответствие катушек магнитного дутья (по числу витков) номинальному току реверсора (табл. 4.6);

Таблица 4.6

| Реверсор | Номинальный ток, А | Число витков катушек магнитного дутья |
|---|---|---|
| РВМ-150 | До 40 | 23 |
| | 40—100 | 10 |
| | 100—160 | 7 |
| РВМ-400 | 160—250 | 4 |
| | 250—100 | 3 |

Таблица 4.7

| Тип реверсора | Главные контакты (см. рис. 4.55 и 4.56) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Нажатие, Н (кгс) | | Раствор, мм (размер $A$) | Провал, мм (зазор $Г$) |
| | начальное $P_н$ | конечное $P_к$ | | |
| КТР-6200 | 31—44 (3,2—4,5) | 49—77 (5,1—7,8) | 30±2 | 4,0—5,0 |
| РВМ-150 | 17,6 (1,8) | 34,3 (35) | 25±2 | 1,5—2 |
| РВМ-400 | 68,6 (7) | 98 (10) | 25±2 | 1,5—2 |
| Контактор динамического торможения реверсора: | | | | |
| РВМ-150 | 17,6 (1,8) | 34,3 (3,5) | 40±2 | 1,5—2 |
| РВМ-400 | 68,6 (7) | 98 (10) | 40±2 | 1,5—2 |

Примечания: 1. Раствор блок-контактов — 16—18 мм, провал — не менее 3—4 мм, нажатие пружин на мостик в разомкнутом положении — не более 2,45 Н (0,25 кгс). 2. Зазор $Г$, контролирующий провал, у реверсоров РВМ приведен для новых контактов (для изношенных контактов зазор должен быть не менее 1 мм).

4) состояние контактных поверхностей (см. 4.3.1.1);

5) величину растворов, провалов и нажатий контактов. Методика измерения растворов, провалов и нажатий изложена в 4.3.1.2, а их регулировка показана на рис. 4.55 и 4.56. Измеренные величины необходимо сравнить с данными, приведенными в табл. 4.7.

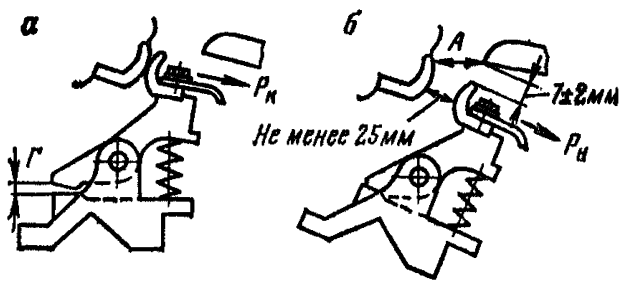



**Рис. 4.55. Регулировка контактной системы реверсора КТР:**
*а* — главные контакты включены; *б* — главные контакты выключены

Блок-контакты реверсоров КТР мостикового типа отрегулировать в соответствии с указаниями, изложенными в 4.3.1.4.1.

Блок-контакты реверсоров РВМ выполнены самостоятельным узлом. При ревизии необходимо проверить отсутствие жесткого удара толкателя, связанного с якорем по траверсе блок-контактов. При включенном якоре траверса блок-контактов должна иметь возможность дополнительного хода на 1,5—2 мм. Отсутствие такого запаса хода приводит к поломке узла блок-контактов при включении якоря;

6) величину сопротивления изоляции подвижных и направляющих частей, выполненных из органических материалов. Измерение произвести мегомметром на напряжение 2500 В. Допустимая величина сопротивления изоляции — не менее 300 МОм;

7) электрическую прочность изоляции (произвести после монтажа, перед включением реверсора в работу в соответствии с ПУЭ).

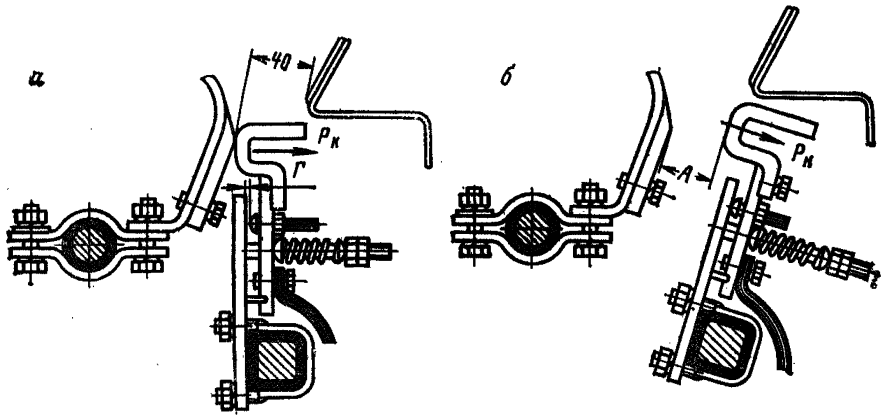



**Рис. 4.56. Регулировка контактной системы реверсора РВМ:**
*а* — главные контакты включены; *б* — главные контакты выключены

## 4.3.3. Сельсинные указатели глубины

Работа сельсинного указателя глубины основана на принципе синхронной сельсинной передачи, сущность которой состоит в следующем: механическое вращение вала барабана подъемной машины преобразуется первоначально в электрические токи сельсином-датчиком, которые передаются по проводам к сельсину-приемнику, а затем преобразуются обратно в механическое вращение другого вала, приводящего в движение стрелку (шкалу) указателя глубины.

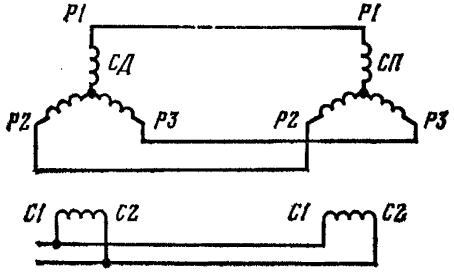



**Рис. 4.57. Схема синхронной сельсинной передачи:**
*СД* — сельсин-датчик; *СП* — сельсин-приемник

Для осуществления синхронной передачи фазные обмотки сельсина-датчика и сельсина-приемника необходимо соединить между собой проводами, а их обмотки возбуждения включить в цепь общего источника переменного тока (рис. 4.57). Принцип работы сельсина-приемника и сельсина-датчика одинаков, но конструктивно сельсин-приемник БС-501А отличается от сельсина-датчика БД-501А наличием механического демпфера для гашения колебаний ротора. На подъемных установках наибольшее распространение получили сельсинные указатели глубины УГС-1 и УГС-4 (рис. 4.58 и 4.59). В аппаратуре АДУ-1 применяют указатель глубины с сельсинными блоками в исполнении РВ (рис. 4.60). В последних выпусках сельсинных указателей глубины, смонтированных в пультах типа ПУМ, применяется один сельсин-приемник точного отсчета, а стрелка грубого отсчета получает вращение через зубчатую пару.

При ревизии и наладке сельсинных указателей глубины необходимо проверить;

1) состояние сельсинов;

2) состояние элементов кинематики и правильность выбора сменных шестерен для кинематической передачи.

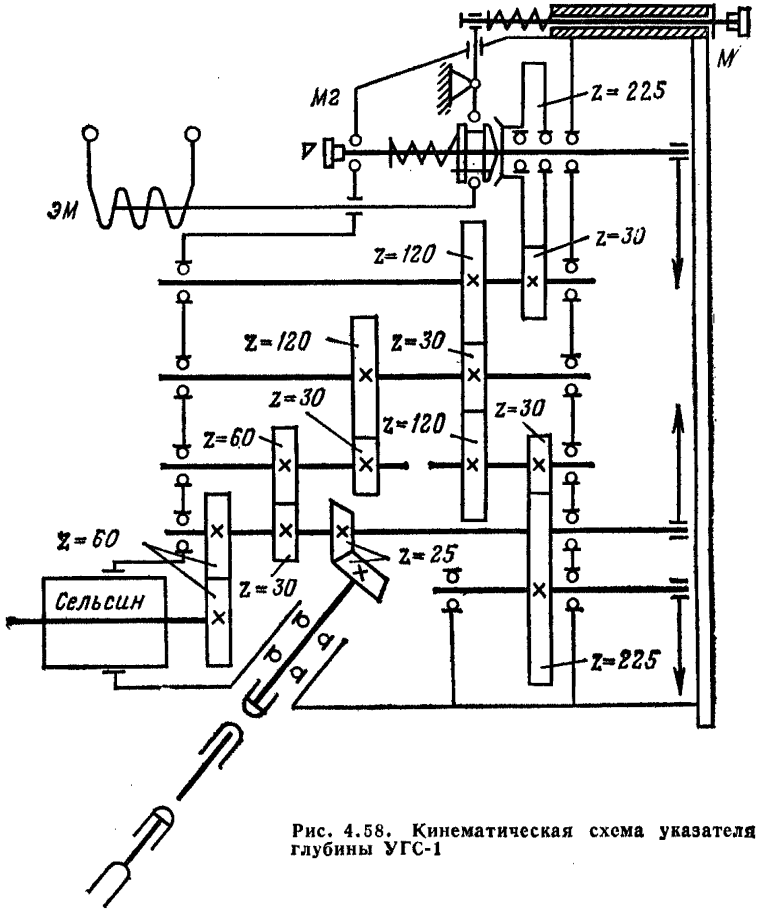



Рис. 4.58. Кинематическая схема указателя глубины УГС-1

Точность показания стрелок указателя глубины в значительной степени зависит от трения в кинематических звеньях, поэтому оно должно быть сведено до минимума. При появлении зазора в передаче к стрелкам или визиру грубого отсчета необходимо проверить и отрегулировать разрезные шестерни, обеспечивающие практически беззазорное зацепление. Кинематическая передача к сельсину-датчику должна быть выбрана так, чтобы он делал не более 120 оборотов за цикл подъема для УГС-1 и не более 100 оборотов для УГС-4;

3) состояние смазки редуктора указателя глубины. Редукторы сельсинных указателей глубины необходимо один раз в два года смазывать костным маслом. Для замены смазки необходимо разобрать сельсинный указатель глубины и извлечь редуктор с сельсином. В редукторе открыть окна, закрываемые крышками и удалить старую смазку. Для этого редуктор многократно окунуть в ванну с керосином, погружая его открытыми окнами вниз до уровня $^3/_4$ его высоты, при этом следует следить, чтобы керосин не попал в сельсин.

После удаления старой смазки дать возможность стечь керосину, просушить редуктор, затем через окна и зазоры в центре смазать костным маслом шарикоподшипники и зубья шестерен, вращая вручную зубчатые зацепления редуктора. После этого собрать указатель глубины и установить его в пульт;

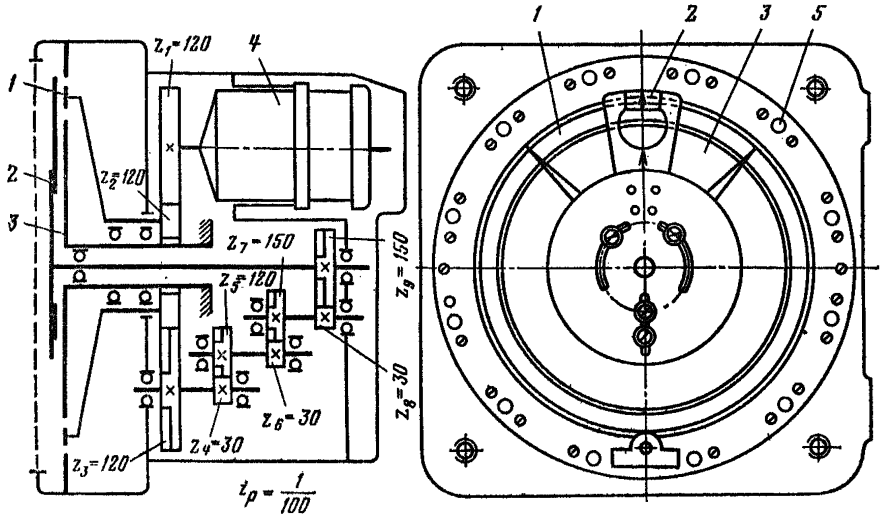



**Рис. 4.59. Кинематическая схема указателя глубины УГС-4;**
*1* — кольцевая шкала точного отсчета; *2* — визир грубого отсчета; *3* — неподвижная шкала; *4* — сельсин; *5* — лампа подсветки шкалы

4) состояние механизма расцепления (для указателей глубины типа УГС-1). На случай неисправности сельсинной передачи и для указателя глубины УГС-1 предусмотрена возможность механического привода. Одновременное действие сельсинного и механического приводов не допускается. В указателе глубины УГС-1 предусмотрен механизм расцепления одной из стрелок грубого отсчета от привода передачи, которым осуществляется расцепление стрелки при настройке указателя глубины вручную или дистанционно. Для расцепления вручную маховичок *М1* (см. рис. 4.58) следует потянуть на себя и повернуть на 90°. Дистанционное расцепление производится электромагнитом *ЭМ*. При этом положение стрелки изменяется за счет проворота маховичка *М2*, расположенного с обратной стороны прибора.

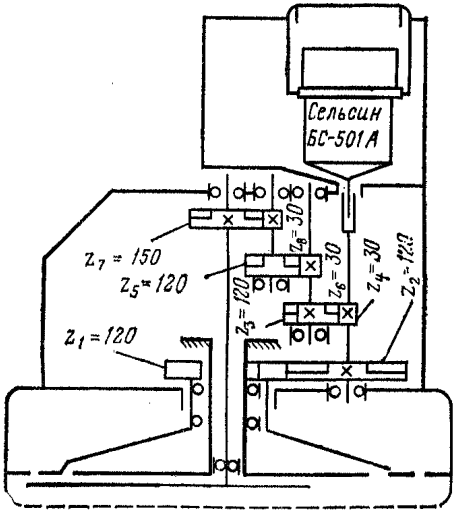



**Рис. 4.60. Кинематическая схема сельсинного указателя глубины во взрывобезопасном исполнении**

Расцепление визира грубого отсчета от привода, а также возможность механического привода в указателе глубины УГС-4 не предусмотрены. При необходимости раздельного показания положения левого и правого подъемных сосудов на пультах управления двухбарабанных машин и машин с разрезным барабаном

устанавливают два указателя глубины УГС-4, приводимые в действие: один — заклиненным барабаном (заклиненной частью), другой — переставным барабаном (переставной частью);

5) точность и правильность показания стрелок. Для проверки подъемные сосуды установить поочередно на приемные площадки или промежуточные горизонты и карандашом нанести метки на шкалах, соответствующие этим положениям. Произвести контрольный перегон подъемных сосудов и проверить совпадение стрелок с метками и положением подъемных сосудов.

При работе с сельсинными указателями глубины следует всегда помнить, что при исчезновении напряжения питания сельсинного указателя глубины может произойти рассогласование его показаний с действительным положением подъемных сосудов в стволе. Возобновление работы подъемной установки возможно только при соблюдении следующих условий:

а) установке подъемных сосудов в нормальное крайнее положение по сигналам оператора или рукоятчика на малой скорости движения машины;

б) снятии напряжения питания с указателя глубины (если оно появилось);

в) совмещении метки, соответствующей положению сосуда при вращении шкалы точного отсчета;

г) включении напряжения питания и контрольном перегоне сосудов;

6) наличие метки, обозначающей точку начала замедления на шкале указателя глубины.

Конечным и другим фиксированным положениям сосудов в стволе соответствует совпадение меток, нанесенных на визире, кольцевой и неподвижной шкалах. Метки на шкалах легко нанести цветными карандашами, а также легко удалить.

## 4.3.4. Командоаппараты бесконтактные

Бесконтактные командоаппараты в схемах управления шахтными подъемными установками могут выполнять различные функции и поэтому имеют в каждом конкретном случае свои конструктивные особенности.

Тормозные командоаппараты 846У-3-19, 1196.460 и ТКВ по назначению и принципу действия аналогичны друг другу, они отличаются только некоторыми конструктивными особенностями, количеством конечных выключателей и исполнением.

Командоаппараты 846У-3-19 и 1196.460 — открытого исполнения, а командоаппарат ТКВ — в исполнении РВ. В монтажной схеме аппарата 846У-3-19 отсутствует выключатель ВКЗ, а командоаппарат ТКВ имеет только один выключатель. В качестве задающего элемента для тормозных командоаппаратов применен сельсин БД-501А.

При ревизии и наладке тормозных сельсинных командоаппаратов необходимо проверить:

1) отсутствие искривления дугового сектора, легкость хода рукоятки и фиксацию ее во впадине при положении «Заторможено»;

2) наличие смазки в зубчатой передаче. Смазку обновлять не реже одного раза в год;

3) состояние сельсина;

4) состояние конечных выключателей (см. 4.3.7) и диапазон их срабатывания. При необходимости отрегулировать срабатывание выключателей при помощи копира;

5) величины входного и выходного напряжений. Для всех тормозных командоаппаратов входное напряжение на обмотке возбуждения сельсина 60 В, а выходное отрегулировать в пределах 0—35 В. Исключение составляет командоаппарат 846У-3-19, применяемый в комплексе РДБ, у которого входное напряжение 110 В, а выходное 0—55 В.

Командоаппарат для управления приводом постоянного тока встраивается в пульт ПМП соответствующего исполнения. В качестве задающего элемента в аппарате также применен сельсин БД-501А.

При ревизии и наладке командоаппарата управление приводом постоянного тока необходимо проверить:

1) легкость хода рукоятки и фиксацию ее в среднем и крайних положениях;
2) состояние элементов кинематики: профилей, кулачков и тяг;
3) состояние сельсинов и конечных выключателей (см. 4.3.7). При необходимости произвести соответствующую обработку профильного диска;
4) соответствие перемычек на зажимах командоаппарата примененной схеме;
5) соответствие фактической нагрузки примененной схеме соединений командоаппарата. При фазочувствительной схеме подключаемая к командоаппарату нагрузка не должна иметь сопротивление ниже 250 Ом, в остальных — 125 Ом;
6) характер изменения выходного напряжения командоаппарата. Величина переменного или выпрямленного напряжения изменяется в зависимости от угла

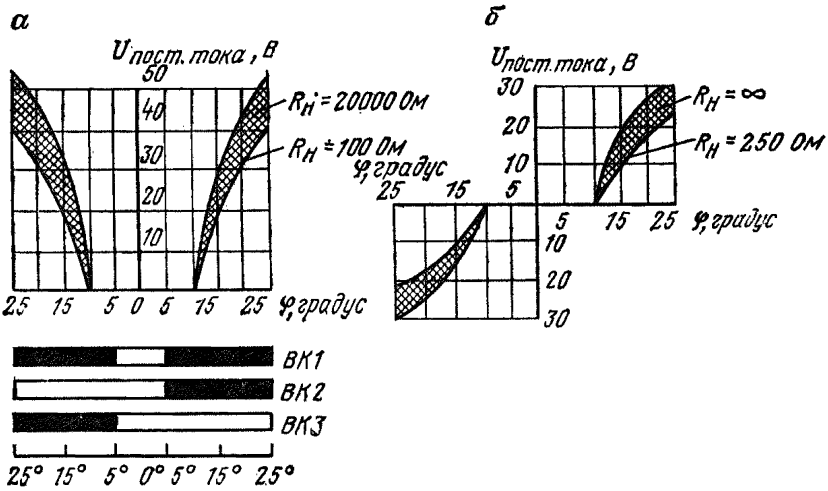



**Рис. 4.61. Диаграмма выходных напряжений командоаппарата для управления приводом постоянного тока при применении мостиковой (*а*) и фазочувствительной (*б*) схем**

поворота рукоятки. Величина переменного напряжения при нулевом положении рукоятки должна быть равна нулю либо минимуму, обусловленному несимметрией магнитопровода фазных обмоток сельсина. Для установки нуля напряжения необходимо расстопорить статор сельсина, провернуть его в требуемую сторону и вновь застопорить.

Выпрямленное напряжение может либо менять свой знак при переходе через нуль — при фазочувствительной схеме выпрямления, либо не менять — при мостиковой схеме (рис. 4.61).

В некоторых системах электропривода постоянного тока возникает необходимость смещения ветвей диаграммы напряжений ближе к нулю с таким расчетом, чтобы к моменту замыкания контактов *ВК2* и *ВК3* ротор сельсина провернулся на небольшой угол. Это может быть продиктовано потребностью иметь заданную скорость машины, отличную от нуля в момент включения реверсора и одновременного размыкания цепи гашения остаточного магнетизма. Для этого необходимо увеличить диаметр поводка приводной муфты сельсина, входящего в секторный вырез шестерни с числом зубьев $z = 55$, укрепив на нем гильзу. При этом обе ветви диаграммы напряжений несколько сместятся ближе к нулю. Для обеспечения требуемой симметрии ветвей диаграммы напряжений гильзу при необходимости подрезать (сточить) в местах касания краев секторного выреза шестерни.

Командоаппарат СКАА-111 (рис. 4.62) является путевым датчиком напряжения, встроенным в аппарат АЗК-1 и АКХ. Исполнение — защищенное. Задающим элементом является сельсин БД-501А. Подводимое напряжение 110 В переменного тока. Напряжение, индуктируемое в обмотке синхронизации, выпрям-

ляется с помощью встроенного в командоаппарат диодного моста (рис. 4.62, *б*) и зависит от угла поворота ротора относительно статора за счет отклонения рычагов *13* с роликом *12* от нулевого положения программы и диском. Максимальная нагрузка — не более 0,4 А.

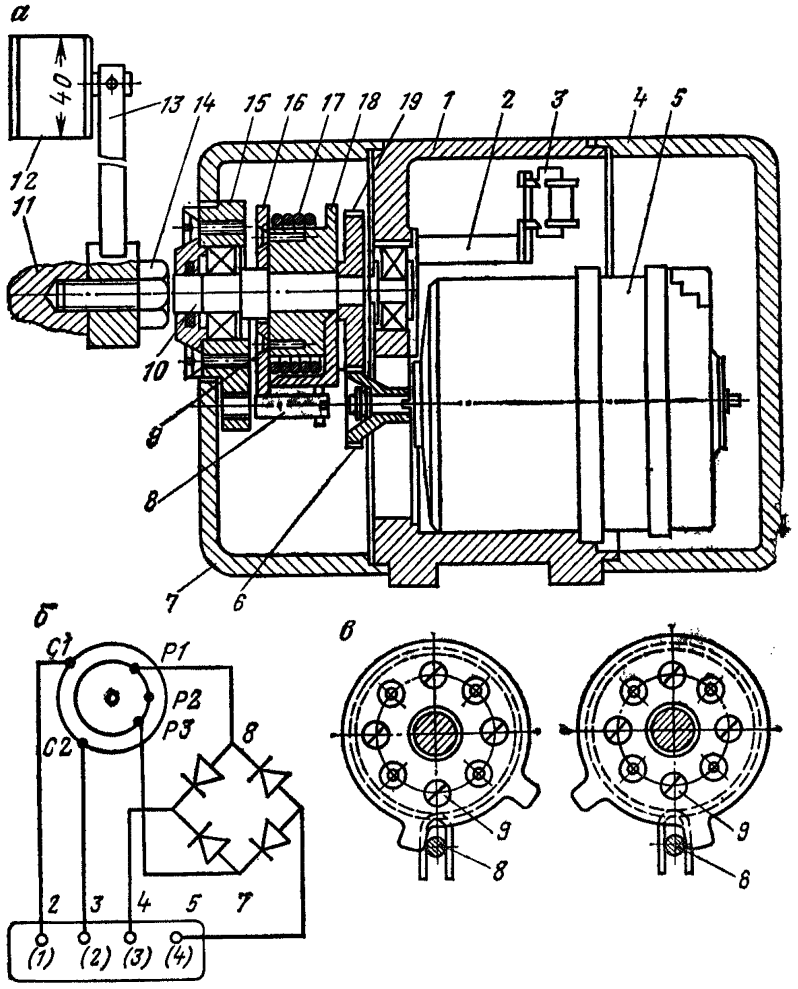



**Рис. 4.62. Командоаппарат СКАА-111:**

*а* — общий вид в разрезе; *б* — монтажная схема; *в* — перестановка поводка для правого и левого отклонений рычага; *1* — корпус; *2* — кронштейн; *3* — изолированная панель с диодным мостом; *4* и *7* — съемные крышки; *5* — сельсин; *6* и *19* — шестерни; *8* — упор; *9* — винты; *10* — вал; *11* — гайка; *12* — консольный ролик; *13* — рычаг; *14* — контргайка; *15* — кронштейн; *16* — поводок; *17* — пружина барабана; *18* — барабан

При ревизии и наладке командоаппарата СКАА-111 необходимо проверить:

1) величину угла поворота и направление вращения рычага. Полный угол поворота рычага 40°. Изменение направления вращения рычага произвести перестановкой поводка (рис. 4.62, *в*). Для этого нужно отвернуть гайку *11* и контргайку *14* (см. рис. 4.62, *а*) и болты передней крышки. Снять крышку *7* и кронштейн *15*. Отвернуть винты *9* (см. рис. 4.62, *в*), крепящие поводок *16*, повернуть поводок в противоположную сторону до упора *8* и закрепить в этом положении.

Установить и закрепить кронштейн *15* и крышку *7*. Навернуть рычаг *13* и закрепить его гайками *11* и *14*. Установить командоаппарат на лист программного устройства, закрепить четырьмя болтами.

Ролик *12* прижимается к поверхности программного диска возвратной пружиной *17*; через ускоряющую зубчатую передачу осуществляется поворот ротора сельсина. При этом, если рычаг отклонится на угол 40°, ротор сельсина повернется на угол 80°;

2) состояние смазки подшипников и зубчатых колес. Смазку необходимо производить один раз в полгода (смазка — ЦИАТИМ-203);

3) правильность выставки электрического нуля. Перед включением командоаппарата в работу необходимо выставить электрический нуль в следующей последовательности:

рычаг *13* установить в условное нулевое положение. За условное нулевое положение принять положение, при котором рычаг повернуть на 12° от упора *8*. Если при касании ролика рычага на участке минимального радиуса программного диска этот угол не равен 12°, нужно освободить гайки *11* и *14* и повернуть рычаг, после чего вновь туго затянуть гайки;

проверить выходное напряжение командоаппарата на зажимах *4* (*3*) и *5* (*4*) при входном напряжении 110 В переменного тока на зажимах *2* (*1*) и *3* (*2*) вольтметром постоянного тока с пределом измерения не более 5 В. Если в нулевом положении напряжение на выходе превышает 0,5 В, то поворотом статора сельсина добиться нулевого показания сельсина.

## 4.3.5. Электрические самопишущие скоростемеры

В настоящее время на всех вновь изготавливаемых подъемных машинах в качестве скоростемера применяют самопишущие вольтметры Н-340 (Н-392), шкала которых переградуируется на месте монтажа в единицах измерения скорости.

На подъемных машинах, выпускавшихся до 1963 г., используют скоростемеры СШ-1, у которых ртутно-поплавковый привод ввиду вредного воздействия паров ртути на организм человека заменен на электрический, выполненный на базе бесконтактного сельсина БД-404 или БС-404. Принципиальная схема электрического привода такого скоростемера приведена на рис. 4.63. Обмотка возбуждения сельсина подключена к источнику переменного тока непосредственно, а две фазы обмотки синхронизации подключены к тому же источнику последовательно с рабочими обмотками дросселя насыщения. Дроссель насыщения применен в схеме для преобразования постоянного напряжения тахогенератора в переменное напряжение промышленной частоты. Питание обмоток сельсина переменным током позволяет устранить влияние гистерезиса на показания скоростемера. Ток в цепи обмотки синхронизации зависит от подмагничивающего тока в цепи обмотки управления дросселя насыщения.

Вращающийся момент возникает в результате взаимодействия магнитных полей обмоток сельсина. Противодействующий момент создается грузом, укрепленным на рычаге, связанном с валом ротора сельсина. Другой конец вала сельсина связан со стрелкой скоростемера. При нулевом положении стрелки (отсутствии напряжения тахогенератора) рычаг с грузом опущен вниз, следовательно, противодействующий момент равен нулю. При подаче в обмотку управления *ОУ* дросселя насыщения тока, пропорционального напряжению тахогенератора, изменяется подмагничивание дросселя насыщения и ток в обмотке синхронизации увеличивается. Возникает момент, поворачивающий ротор сельсина. Одновременно возникает противодействующий момент, так как рычаг с грузом отходит от вертикального положения. При равенстве вращающего и противодействующего моментов ротор остановится. При увеличении тока в обмотке управления ротор повернется на больший угол благодаря увеличению вращающего момента. Одновременно увеличится противодействующий момент, так как рычаг с грузом дальше отойдет от вертикального положения и, следовательно, увеличится плечо рычага. При этом ротор примет новое положение равновесия. Каждому значению напряжения тахогенератора будет соответствовать определенное положение ротора сельсина и связанной с ним стрелки скоростемера.

Дроссель насыщения намотан на сердечнике из трансформаторной стали Э310. Толщина пакета 30 мм. На среднем сердечнике расположена обмотка управления, содержащая 1600 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,29 мм. На крайних стержнях расположены рабочие обмотки, содержащие по 800 витков каждая того же провода. Рабочие обмотки соединены между собой последовательно и встречно.

Чтобы исключить влияние колебаний напряжения сети на показания скоростемера, последний имеет встроенный стабилизатор с выходным стабилизированным напряжением 70 В.

Собранный электрический привод скоростемера устанавливается в корпусе аппарата СШ-1 на месте кронштейна, несущего стрелку и всю рычажную систему скоростемера. Рамка, на которой укреплена стрелка скоростемера, крепится на свободном конце вала сельсина. Ось стрелки при этом опускается несколько ниже своего прежнего положения, поэтому стрелку скоростемера нужно удлинить и затем уравновесить относительно центра вращения. На другом конце вала ротора укрепляется рычаг с противодействующим грузом.

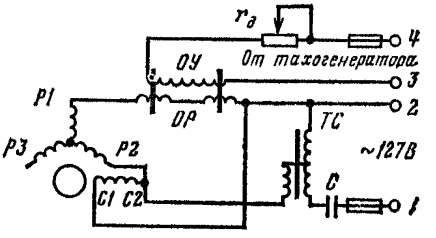



**Рис. 4.63. Схема сельсинного привода скоростемера СШ-1**

При ревизии и наладке электрических самопишущих скоростемеров необходимо проверить:

1) общее состояние деталей, обращая внимание на сохранность кожуха, стекла, шкалы, стрелки, пера, наличие чернил, приводного механизма;

2) точность показаний скоростемера. Проверку произвести сопоставлением величины скорости, полученной при помощи тахометра и показания скоростемера. При использовании тахометра со шкалой (об/мин) показания его следует пересчитать в единицы линейной скорости (м/с) по формуле

$$v = \frac{\pi D_{\text{н}} n}{60} i_{\text{ред}}, \qquad (4.6)$$

где $D_{\text{н}}$ — диаметр барабана подъемной машины, м. На подъемных машинах БЦК — диаметр большого барабана; $n$ — частота вращения приводного вала подъемной машины по показаниям тахометра, об/мин; $i_{\text{ред}}$ — передаточное число редуктора подъемной машины (при отсутствии редуктора $i_{\text{ред}} = 1$).

При наличии несоответствия в показаниях скоростемера его необходимо проградуировать.

Градуировку во время монтажа или переградуировку в период наладки и эксплуатации скоростемера СШ-1 с сельсинным приводом произвести следующим образом. На зажимы *1*, *2* привода (см. рис. 4.63) подать переменное напряжение 127 В. При этом на зажимах обмотки возбуждения сельсина должно быть напряжение 70 В. К зажимам *3*, *4* подвести напряжение постоянного тока на 20 % выше напряжения тахогенератора при максимальной скорости. Поворотом статора сельсина вокруг оси добиться полного отклонения стрелки скоростемера (на всю шкалу). В случае, если поворотом статора не удается добиться полного отклонения стрелки, необходимо переместить противодействующий груз по рычагу ближе к оси ротора.

Затем снизить напряжение постоянного тока до нуля и с этого положения начать градуировку шкалы. Напряжение, соответствующее скорости 1 м/с, определяют по формуле

$$U = \frac{U_{\text{тр}}}{v_{\text{max}}}, \qquad (4.7)$$

где $U_{\text{тр}}$ — напряжение тахогенератора, соответствующее максимальной скорости подъема, В; $v_{\text{max}}$ — максимальная скорость подъема, м/с.

Плавно повышая напряжение, подаваемое на зажимы *3*, *4*, отметить на шкале точки, соответствующие каждому значению скорости, вплоть до скорости (1,15—1,2) $v_{max}$.

Скоростемеры на базе вольтметра Н-340 (Н-392) градуируют в специальных лабораториях, предварительно измерив величину напряжения тахогенератора при максимальной скорости движения подъемного сосуда;

3) регулярность ведения графических записей и профилактических осмотров при эксплуатации. Профилактический осмотр прибора должен производиться не реже одного раза в два месяца. При осмотре необходимо тщательно промыть теплой водой чернильницу и капиллярную стрелку, очистить механизм скоростемера от следов пыли, смазать индустриальным маслом И-30А оси редуктора

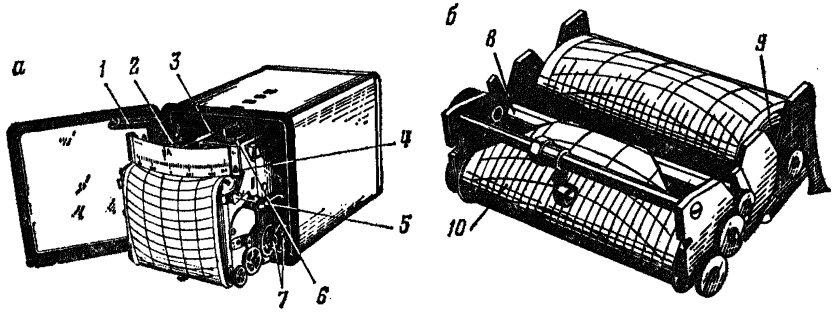



**Рис. 4.64. Скоростемер Н-340:**

*а* — выдвинутый из кожуха прибор; *б* — лентопротяжный механизм со срезанной диаграммной лентой; *1* — рычаг; *2* — чернильница отметчика нулевой линии; *3* — стрелка; *4* — рычажок выключателя лентопротяжного механизма; *5* — фиксирующие пружины; *6* — чернильница; *7* — гайки для смены шестерен; *8* — лентособирающая катушка; *9* — лентоподающая катушка; *10* — ведущий барабан

лентопротяжного механизма и заправить чернилами пишущее устройство отметчика. Перо обезжиривать теплой водой или спиртом перед каждым наполнением чернилами;

4) правильность заправки диаграммной ленты. При правильной заправке лента должна плотно облегать цилиндрическую поверхность ведущего барабана скоростемера.

Для заправки диаграммной ленты скоростемеров Н-340 необходимо:

нажать до отказа на рычаг *1* и выдвинуть прибор из кожуха (рис. 4.64, *а*);

сжать пальцами фиксирующие пружины *5*, расположенные по обе стороны лентопротяжного механизма, слегка наклонить лентопротяжный механизм на себя и движением вверх извлечь его;

положить лентопротяжный механизм на ровную поверхность ведущим барабаном к себе;

вынуть лентоподающую катушку *9* и надеть на нее рулон диаграммной ленты (рис. 4.64, *б*) так, чтобы обрез рулона плотно упирался в диск катушки;

смотать с рулона немного ленты и срезать начало ленты в виде треугольника под углом 120° так, чтобы вершина угла находилась на середине ленты;

завести ленту через направляющий валик по столику на ведущий барабан *10* так, чтобы обрез ленты расположился симметрично относительно фланцев ведущего барабана;

прижать ленту к цилиндрической поверхности ведущего барабана так, чтобы лента не сдвигалась относительно фланцев и не перекашивалась; завести конец ленты в прорезь лентособирающей катушки *8*, не опуская ленту, повернуть ведущий барабан от себя на один-два оборота;

установить лентопротяжный механизм на прибор. Для этого расположить вырезы на щеках лентопротяжного механизма на полуоси и подать его от себя во внутрь прибора до защелкивания;

для устранения люфтов в лентопротяжном механизме после его установки повернуть ведущий барабан за боковые фланцы против движения диаграммной ленты, а затем натянуть диаграммную ленту вращением от себя маховичка;

5) правильность установки требуемой скорости подачи ленты скоростемера Н-340. Установку требуемой скорости подачи ленты произвести следующим образом: снять лентопротяжный механизм вышеописанным способом и, пользуясь таблицей, прикрепленной на плате редуктора, выбрать нужную пару шестерен, которую с помощью гаек *7* закрепить на соответствующих осях (номер оси указан на плате редуктора).

Для включения мотора лентопротяжного механизма необходимо подвинуть вправо рычажок *4* выключателя. После этого лентопротяжный механизм поставить на место. Задвинуть прибор в корпус до защелкивания рычага *1*;

6) состояние сельсина скоростемера СШ-1.

## 4.3.6. Командоаппараты и командоконтроллеры кулачковые

При наличии роторной магнитной станции на старых типах подъемных машин применяют командоаппараты КА-5000.

Для замены снятых с производства командоаппаратов КА-5000 могут быть использованы командоаппараты КП-1266 из новой серии КП-1000. В пульте

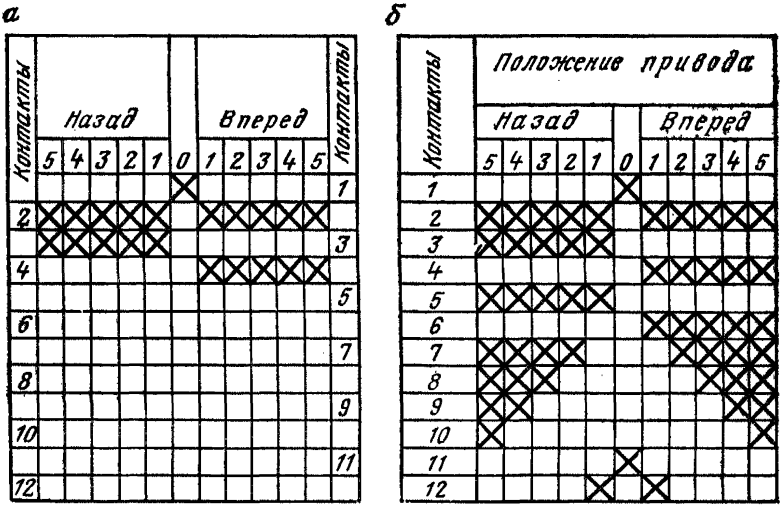



**Рис. 4.65. Диаграммы замыкания контактов командоаппаратов:**
*а* — КП-1266; *б* — типа КП-1403

управления ПШП применяют командоаппарат КП-1403 той же серии. Диаграммы замыканий этих командоаппаратов приведены на рис. 4.65. Доработка командоаппаратов КП-1266 в соответствии с нужной диаграммой включения может производится на месте заказчиком по заводской инструкции ОТД.915.002, вкладываемой в каждый аппарат.

При ревизии кулачковых командоаппаратов и командоконтроллеров необходимо проверить:

1) правильность установки и надежность крепления к площадке управления;

2) четкость установки рукоятки (штурвала) в промежуточные и крайние положения, а также фиксацию в нулевом положении;

3) состояние элементов: фасонных кулачков *7* (рис. 4.66), фиксаторов зажимов *4*, рычагов *5*, роликов *6*, вала *8*, рейки *3*, пружин *9* и *10*, рукоятки (штурвала) управления;

4) состояние контактов. При появлении на контактах *1* или *2* нагара или застывших капелек контактные поверхности следует зачистить. Рабочие части контактов командоаппарата изготовлены из чистого серебра и заменять их при ремонте медными нельзя, так как медь покрывается непроводящей пленкой окисла, которая не разрушается при имеющемся малом давлении контактов, и электрический контакт может исчезнуть. Не допускается чистить контакты наждачным полотном, чистку можно выполнить только бархатным напильником, сохранив при этом их первоначальную форму.

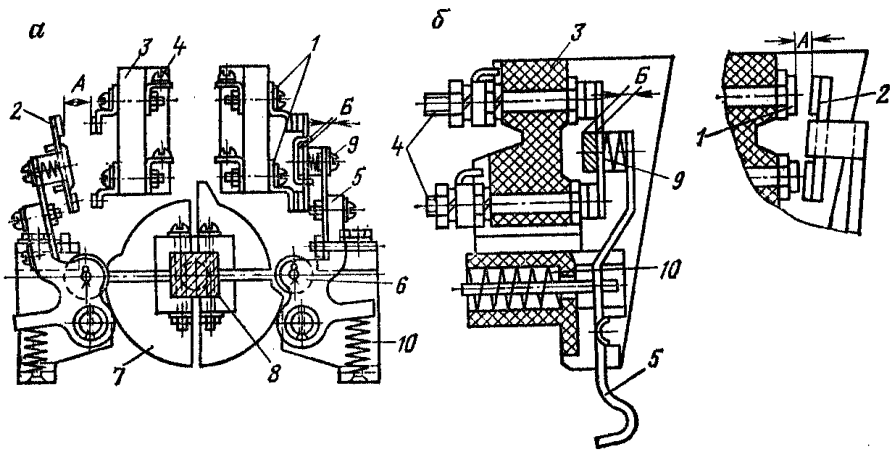



**Рис. 4.66. Контактные устройства командоаппаратов:**
*а* — КА-5000; *б* — КП-1000

Отрегулировать провалы и растворы контактов. Провал контактов *А* должен быть равен 12—16 мм, провал *Б* 2—4 мм (см. рис. 4.66, *б*);

5) состояние масла (для контроллеров КМГ). Испытание электрической прочности масла на пробой и его химический анализ производят по заказу шахты в спецлабораториях.

## 4.3.7. Конечные выключатели механические (контактные)

Механические конечные выключатели применяют на подъемных установках в качестве аппаратов управления, защиты и блокировки как в общепромышленном (КУ-700, ВК-200, ВК-300, ВПК-1000, ВПК-2000 и др.), так и во взрывобезопасном (ВКВ-380, ВВ-5, ВВ-6П, ВКМ-В3Г, ВУВ и др.) исполнении.

По характеру действия они делятся на выключатели немгновенного (прямого) и мгновенного (моментные) действия.

В выключателях немгновенного действия (КУ-700, ВКВ-380, ВВ-5, ВПК-2000, ВВ-6 и др.) замыкание и размыкание контактов происходит по мере нажатия на шток выключателя.

В выключателях мгновенного действия (ВК-200, ВК-300, ВПК-1000, ВКМ-В3Г и др.) поворот рычага вначале не вызывает переброски контактов, а затем происходит мгновенное переключение из одного положения в другое. Для возврата этого переключателя в исходное положение необходимо повернуть рычаг не в то положение, при котором произошло переключение, а дальше по направлению к исходному положению. В связи с этим такие переключатели не всегда можно использовать там, где требуются срабатывание и возврат в одной и той же точке.

При ревизии выключателей необходимо проверить:

1) правильность применения данного типа конечного выключателя по исполнению, назначению и фактическим параметрам электрических цепей, в которые он включен (напряжению и току). В случае неправильности его применения он должен быть заменен;

2) исправность заземляющих устройств;

3) надежность крепления выключателя и исправность кабельных вводов;

4) состояние контактов, пружин, кулачков и валика. При необходимости отрегулировать растворы и провалы контактов, произвести их чистку.

5) правильность установки управляющих упоров. Конструкция упора должна исключать поломку выключателя при излишнем ходе упора после срабатывания выключателя, а также при обратном ходе упора, если конструкция выключателя предусматривает одностороннее срабатывание.

## 4.3.8. Конечные выключатели бесконтактные

Принцип действия бесконтактных магнитных выключателей всех типов основан на изменении электрических параметров датчика под воздействием внешнего источника магнитного поля (ИМП). Технические характеристики наиболее распространенных магнитных выключателей приведены в табл. 4.8.

### 4.3.8.1. Выключатели ВМ-66 и ВМ4-65 (рис. 4.67)

Как видно из схем, оба выключателя имеют общие узлы: блок выключателя магнитного БВМ, блок питания и датчики типа ДВМ-65. Отличие их состоит в некоторых непринципиальных схемных изменениях в том, что выключатель ВМ4-65 имеет вместо одного четыре блока БВМ. Работа схем обоих выключателей идентична и осуществляется следующим образом.

При подаче питания на схему выключателя на выходных зажимах *13*, *14* датчиков появляется сигнал, который поступает на вход транзисторного усилителя блока БВМ. Усиленный сигнал через выпрямитель, собранный на диодах *Д1* и *Д2*, поступает на обмотку промежуточного реле *Р1* (рис. 4.67, *в*), которое включается и подготавливает цепь исполнительного реле *Р2*. В цепи питания реле *Р2* имеется собственный замыкающий контакт, параллельно которому подключены зажимы *1*, *2* съемной блокировочной перемычки. В зависимости от режима работы блока эти зажимы должны быть перемкнуты перемычкой или соответствующими контактами других элементов схемы автоматического или ручного управления объектом. В этом случае реле *Р2* станет под напряжение и блок будет подготовлен к работе (в состоянии готовности).

При прохождении около датчика источника магнитного поля ИМП, состоящего из одного или нескольких магнитов, выходной сигнал датчика ДВМ-65 уменьшается до величины ниже порога чувствительности усилителя блока *БВМ*. При этом ток в нагрузке усилителя (реле *Р1*) падает до нуля. Реле *Р1* отключается и разрывает цепь катушки реле *Р2*. Реле *Р2* отключается и своими контактами воздействует на схему управления и сигнализации контролируемого объекта.

Схемное решение магнитных выключателей предусматривает несколько вариантов возможного использования блоков *БВМ*:

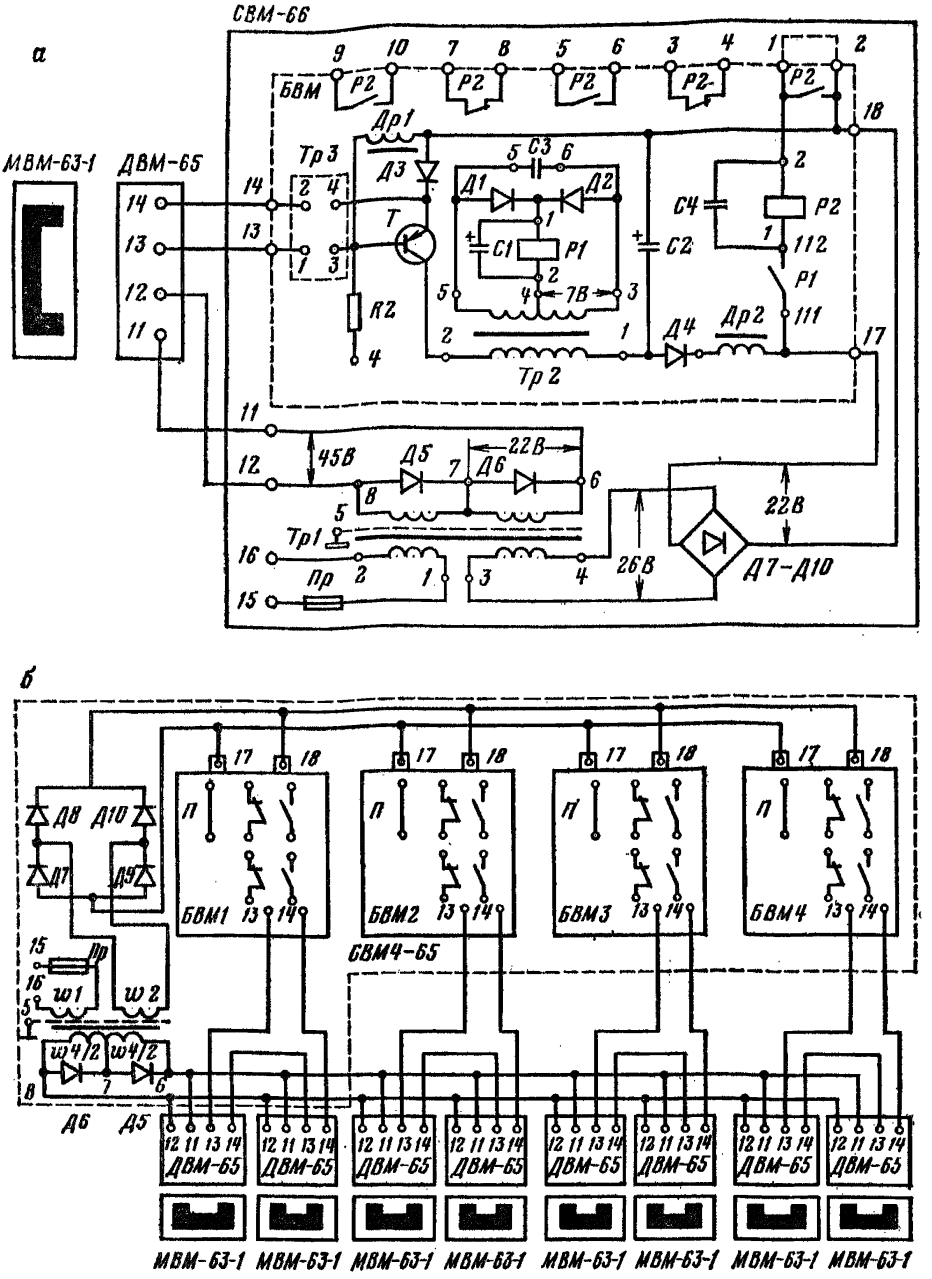
1. При подходе подвижного объекта к точке контроля исполнительное реле *Р2* отключается и своими контактами воздействует на схему управления и сигнализации контролируемого объекта, а при уходе объекта сразу же возвращается в состояние готовности. Этот вариант имеет место, например, при использовании выключателей в качестве путевых датчиков. В этом случае заводская перемычка на зажимах *1*, *2* сохраняется.

2. При подходе подвижного объекта к точке контроля реле *Р2* отключается и своими контактами воздействует на схему управления и сигнализации контролируемого объекта, возвращаясь в состояние готовности только после прихода объекта в следующую точку контроля или после автоматического переключения схемы управления на реверсивный ход. В этом случае перемычка с зажимов *1*, *2* снимается и они соединяются с контактами другого блока *БВМ*, контролирующего приход объекта в следующую точку контроля, или реле схемы

Таблица 4.8

| Показатели | ВМ-62 | ВМ-63 | ВМ-66 | ВМ-65 | ВМ-64В |
|---|---|---|---|---|---|
| Тип, число и исполнение комплектующих изделий: | | | | | |
| а) станций управления | СВМ-62, 1, защищенное | СВМ-63, 1, РН | СВМ-66У2, 1, 1Р50 | СВМ4-66У2, 1, 1Р50 | СВМ-64В, 1, — РВИ-2,5 |
| б) датчиков магнитных | ДВМ-62, 1, РНИ-1,1 | | ДВМ-65ХЛ2, 1 или 2, РИ-2,5 | ДВМ-65ХЛ2, 1 или 8, РИ-2,5 | ДВМ-65ХЛ2, 1, РВИ-2,5 |
| в) магнитов | МВМ-63-1, 1, герметическое | МВМ-63-1, 1, герметическое | МВМ-63-1, 1, герметическое | МВМ-63-1, 4, герметическое | МВМ-63-1, 1, герметическое |
| Напряжение питания станции управления, В | 380 | 380 | 380 | 380 | 380 |
| Допустимые колебания напряжения, % | +10; —20 | +10; —20 | +10; —20 | +10; —20 | +10; —20 |
| Потребляемая мощность, В·А (одним блоком) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Режим работы | Длительный | | | | |
| Скорость перемещения источника магнитного поля (ИМП) относительно датчика, м/с, не более | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Длина соединительного кабеля датчика при сечении медных жил не менее 0,75 мм², м, не более | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Время срабатывания выключателя, с, не более | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Время возврата в исходное состояние, с, не более | 0,07 | 0,07 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Максимальный рабочий зазор между датчиком и магнитом, мм | 100 | 100 | 150 | 150 | 140 |
| Число и исполнение выходных контактов | 2 «р»; 3 «з» | 2 «р»; 3 «з» | 3 «р»; 3 «з» | 3 «р»; 3 «з» | 2 «р»; 2 «з» |
| Длительный ток через контакты, А | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Коммутируемая мощность, | | | | | |
| а) в цепи переменного тока, В·А, не более | 500 | 500 | 500 | 500 | 500 |
| б) в цепи постоянного тока, Вт, не более | 50 | 50 | 40 | 40 | 40 |
| Температура окружающей среды, °С: | | | | | |
| а) для станций | От —35 до +50 | От —35 до +50 | От —20 до +50 | От —20 до +50 | От —20 до +50 |
| б) для датчиков и магнитов | От —50 до +90 | От —50 до +90 | От —50 до +90 | От —50 до +90 | От —50 до +90 |
| Относительная влажность воздуха при температуре +35 °С, %: | | | | | |
| а) для станций | До 65 | До 97 | До 97 | До 97 | До 97 |
| б) для датчиков и магнитов | До 97 | До 97 | До 97 | До 97 | В воде и агрессивных средах |

Примечания: 1. По отдельным заказам станции управления могут изготавливаться на напряжение питания 127 и 220 В переменного тока. 2. При скоростях перемещения магнита свыше 7 м/с ИМП должен состоять из двух магнитов (см. рис. 4.71). 3. Рекомендуемые рабочие зазоры между датчиком и ИМП при определенных скоростях объекта в точке контроля приведены в табл. 4.10 и 4.11.




управления, возвращающими схему первого блока *БВМ* в положение готовности только после отработки схемой нужных операций. Этот вариант имеет место, например, при использовании выключателей в качестве датчика стопорения при автоматизации подъемной установки. В этом случае, чаще всего, магнитные выключатели, работающие в качестве датчиков стопорения, блокируются между собой, т. е. на зажимах *1*, *2* первого выключателя вместо перемычки подсоединяются размыкающие контакты реле *Р2* второго выключателя, а на зажимы *1*, *2*

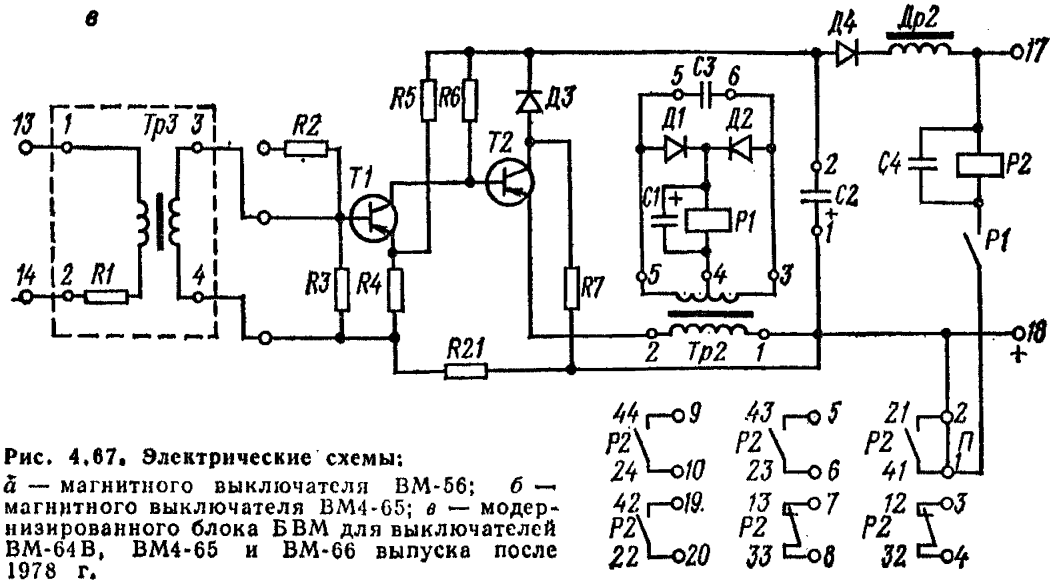



**Рис. 4.67. Электрические схемы:**
*а* — магнитного выключателя ВМ-56; *б* — магнитного выключателя ВМ4-65; *в* — модернизированного блока БВМ для выключателей ВМ-64В, ВМ4-65 и ВМ-66 выпуска после 1978 г.

второго выключателя подсоединяются размыкающие контакты реле *Р2* первого выключателя. При таком включении реле *Р2* первого выключателя ставится под напряжение после срабатывания второго выключателя; следующий цикл работы проходит в обратном порядке.

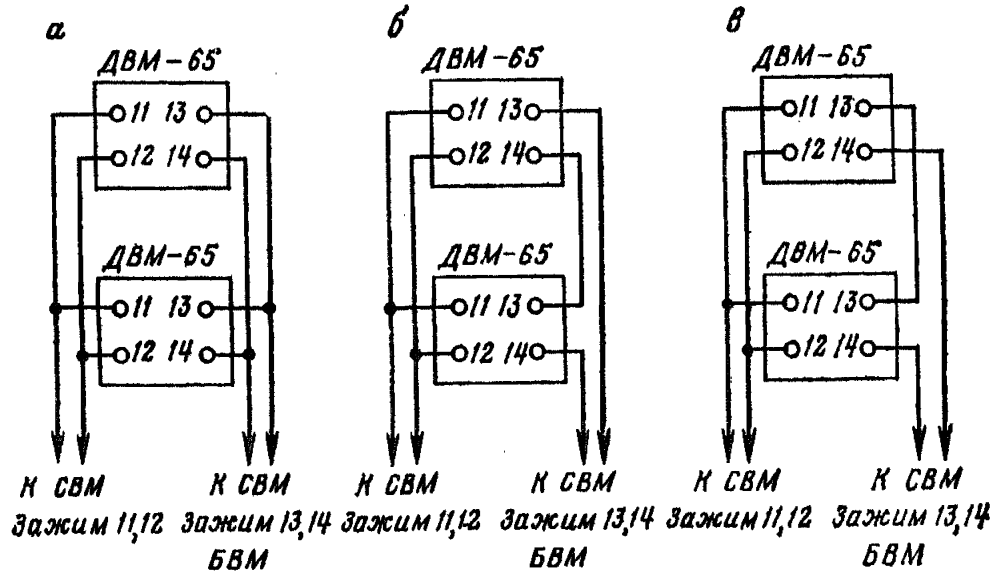



**Рис. 4.68. Схемы подключения двух датчиков к одному блоку БВМ:**
*а* — согласованно-параллельное; *б* — согласованно-последовательное; *в* — встречно-последовательное

3. В схемах защиты, когда перемещение контролируемого объекта за пределы нормального рабочего хода рассматривается как аварийное состояние объекта и возвратный ход его допустим только после выяснения причин, создающих аварийную ситуацию, перемычка с зажимов *1, 2* снимается и они соединяются с замыкающимися контактами кнопки или ключа на пульте оператора для ручного возврата блока *БВМ* в состояние готовности. Этот вариант имеет место, например, когда магнитный выключатель используется в качестве конечного выключателя, воздействующего на предохранительный тормоз подъемной ма-

Таблица 4.9

| Подключение выходных цепей датчиков | Состояние выходного (исполнительного) реле блока БВМ | | |
|---|---|---|---|
| | оба датчика вне магнитного поля | один из датчиков в магнитном поле | оба датчика в магнитном поле одного или двух отдельных магнитов |
| Согласованно-параллельное | Под током | Обесточено | Обесточено |
| Согласованно-последовательное | То же | Под током | » |
| Встречно-последовательное | Обесточено | То же | » |

шины. При этом вместо перемычки на зажимах *1*, *2* включаются контакты обходного переключателя или промежуточного реле, специально предусмотренного для возврата схемы выключателя в состояние готовности.

Во всех вариантах работы при нормальном состоянии схемы выключателя реле *Р1* и *Р2* находятся под током. Это обеспечивает контроль целостности всех электрических цепей выключателя, т. е. при любом повреждении электрической схемы выключателя, приводящем к выходу его из строя, исполнительное реле отключается (выключатель срабатывает), обеспечивая своими контактами сигнализацию о потере контроля и остановку контролируемого объекта (подъемной машины). Кроме того, выключатели допускают подключение двух датчиков на каждый блок станции, при этом может быть три варианта подключения (рис. 4.68). Состояние выходного реле блока *БВМ* при подключении двух датчиков указано в табл. 4.9. При всех вариантах подключения полный самоконтроль схем выключателей нарушается. Поэтому применять эти варианты можно только там, где потеря самоконтроля схемы не вызовет аварийной ситуации.

Следует указать, что выключатели можно использовать в режиме, при котором исполнительное реле станции работает не на отключение, а на включение. Для этого датчик и магнит устанавливают неподвижно друг против друга на расстоянии не более 150 мм. Срабатывание выключателей происходит в момент прохождения стального экрана между датчиком и магнитом, который шунтирует поле магнита и крепится на подвижном объекте.

### 4.3.8.2. Выключатели ВМ64-В (рис. 4.69)

Принципиальная электрическая схема взрывобезопасного магнитного выключателя ВМ64-В отличается от схемы выключателя ВМ-66 наличием блокировочного выключателя *ВБ* и несколько измененными цепями (входными и выходными) трансформатора *Тр3* в блоке *БВМ*.

В остальном все изложенное в 4.3.10.1 для выключателя ВМ-66 в той же мере относится к выключателю ВМ64-В.

### 4.3.8.3. Выключатели ВМ-62 и ВМ-63

Магнитные выключатели ВМ-62 и ВМ-63 в настоящее время сняты с производства, но довольно значительное количество их находится в эксплуатации. Они имеют одинаковую принципиальную электрическую схему, приведенную на рис. 4.70, и отличаются только типом и исполнением станции управления. Работа схемы выключателей ВМ-62 и ВМ-63 аналогична работе выключателей ВМ-66 и имеет также три варианта возможного использования, однако следует иметь в виду, что зажимы блокировочной перемычки *1*, *2* выключателей ВМ-66 соответствуют в выключателях ВМ-62 и ВМ-63 зажимам *К9*, *К10*.

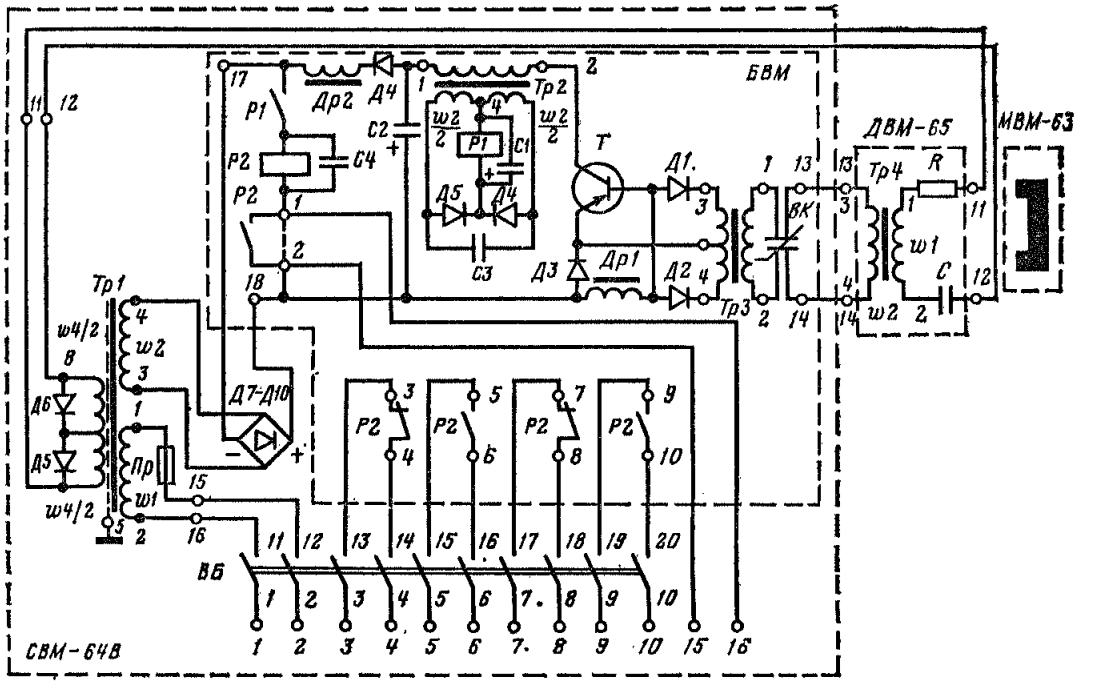



Рис. 4.69. Схема магнитного выключателя ВМ-64В

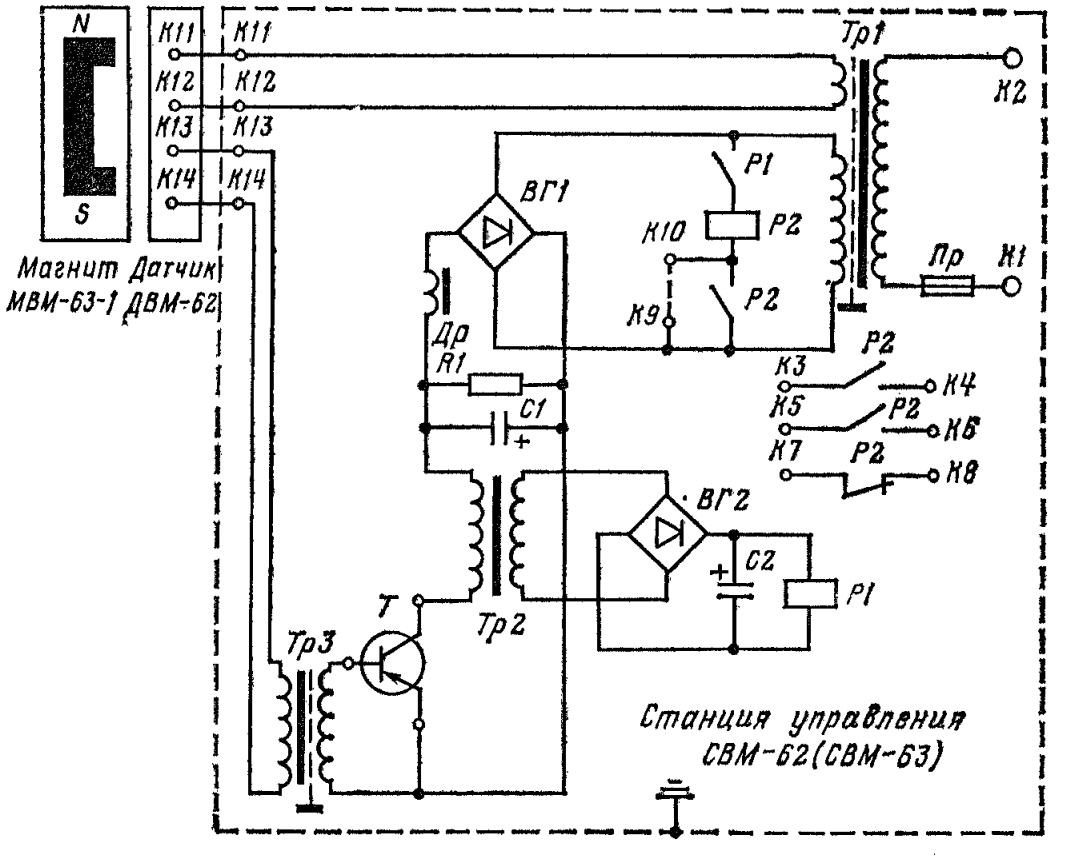



Рис. 4.70. Схема магнитных выключателей ВМ-62 и ВМ-63

### 4.3.8.4. Ревизия и наладка магнитных выключателей

При ревизии и наладке магнитных выключателей необходимо проверить:

1) правильность монтажа выключателя. Как правило, датчик устанавливается на неподвижной, а источник магнитного поля ИМП — на подвижной части контролируемого объекта или механизма.

Положение установки станции вертикальное, кабельными вводами вниз, а датчика кабельным вводом вниз или в сторону.

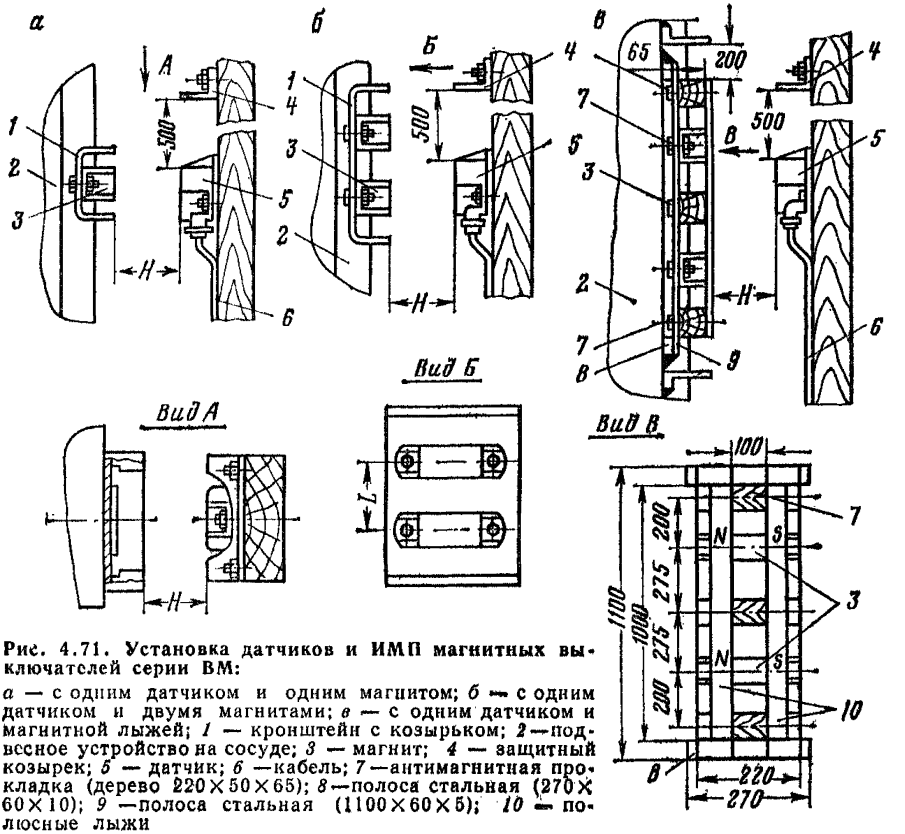



**Рис. 4.71. Установка датчиков и ИМП магнитных выключателей серии ВМ:**

*а* — с одним датчиком и одним магнитом; *б* — с одним датчиком и двумя магнитами; *в* — с одним датчиком и магнитной лыжей; *1* — кронштейн с козырьком; *2* — подвесное устройство на сосуде; *3* — магнит; *4* — защитный козырек; *5* — датчик; *6* — кабель; *7* — антимагнитная прокладка (дерево 220×50×65); *8* — полоса стальная (270×60×10); *9* — полоса стальная (1100×60×5); *10* — полюсные лыжи

Магниты должны быть установлены в соответствии с положением датчика так, чтобы при подходе ИМП к датчику магнитное поле проходило вдоль оси чувствительного элемента. Примеры установки датчиков и магнитов на подъемных установках в стволе приведены на рис. 4.71.

Следует иметь в виду, что конструкцию ИМП, показанную на рис. 4.71, *в*, необходимо применять при наличии подвижных объектов с большими тормозными путями, а также при необходимости увеличения зоны действия ИМП на датчик.

Деревянные брусья с закрепленным на них датчиком, крепят к уголкам, приваренным к конструкции копра или арматуре ствола, а стальной кронштейн с закрепленными на нем магнитами приваривают к продольным профилям подвесного устройства сосуда. Не рекомендуется выносить ИМП за габариты подъемного сосуда, на котором он устанавливается. Для защиты от повреждений над датчиком и ИМП предусматривают специальные защитные козырьки *4* и кронштейны с козырьком *1*, как показано на рис. 4.71. Необходимо особое внимание обратить на величину рабочего зазора *H* между датчиком и ИМП, который должен соответствовать величинам, приведенным в табл. 4.10 и 4.11. Указанные

Таблица 4.10

| Скорость ИМП, м/с | Рекомендуемые рабочие зазоры $H$ (мм) между датчиком и ИМП магнитных выключателей серии ВМ (вариант включения одного датчика на станцию СВМ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | см. рис. 4.71, *а* | | см. рис. 4.71, *б* | | см. рис. 4.71, *в* | |
| | Датчик на неферромагнитной конструкции | Датчик на стальной конструкции | Датчик на неферромагнитной конструкции при расстоянии между магнитами 200 мм | Датчик на стальной конструкции при расстоянии между магнитами 200 мм | Датчик на неферромагнитной конструкции | Датчик на стальной конструкции |
| 0,05—2 | 20—140 | 20—120 | — | — | — | — |
| 2—4 | 30—130 | 30—100 | — | — | — | — |
| 4—6 | 40—100 | 40—90 | — | — | — | — |
| 0,05—4 | — | — | 20—140 | 30—110 | — | — |
| 4—8 | — | — | 40—130 | 50—100 | — | — |
| 8—12 | — | — | 60—120 | 60—80 | — | — |
| 12—15 | | | 60—110 | — | — | — |
| 0,05—6 | — | — | — | — | 80—140 | 30—100 |
| 6—12 | — | — | — | — | 50—130 | 50—100 |
| 12—15 | — | — | — | — | 50—120 | 60—100 |

Таблица 4.11

| Источник магнитного поля | Скорость ИМП, м/с | Рекомендуемые рабочие зазоры $H$ (мм) между датчиком и ИМП магнитных выключателей серии ВМ (вариант включения двух датчиков на станцию СВМ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Датчики на неферромагнитной конструкции | | | Датчики на стальной конструкции | | |
| | | Вариант подключения датчиков | | | Вариант подключения датчиков | | |
| | | согласованно-параллельно | согласованно-последовательно | встречно-последовательно | согласованно-параллельно | согласованно-последовательно | встречно-последовательно |
| ИМП1 | 0,05—2 | 20—140 | 20—140 | 20—150 | 20—100 | 20—120 | 20—150 |
| | 2—1 | 30—110 | 30—110 | 30—140 | 30—80 | 30—100 | 39—130 |
| | 4—6 | 40—80 | 40—80 | 40—130 | — | 30—80 | 40—110 |
| ИМП2 | 0,05—4 | 20—150 | 20—150 | 20—150 | 20—100 | 20—130 | 20—150 |
| | 4—6 | 30—120 | 30—120 | 30—140 | 30—80 | 30—110 | 30—130 |
| | 6—8 | 40—90 | 40—90 | 40—130 | — | — | 40—110 |

Примечание. При согласованно-последовательном подключении датчиков срабатывание выключателя происходит при одновременном нахождении обоих датчиков в магнитном поле.

в таблицах рабочие зазоры выбраны с учетом величины зоны действия ИМП на датчик, материала, на котором закреплен датчик, и времени срабатывания выключателя;

2) правильность соединения датчиков со станцией. В выключателях, предназначенных для защиты, подключение датчиков к станции должно быть произведено только четырехжильным кабелем.

В выключателях, предназначенных для автоматического управления и контроля, в исключительных случаях при расстоянии от датчика до станции не более 100 м разрешается подключение многожильным кабелем с обязательной проверкой взаимного влияния цепей.

Камера ввода датчика должна быть залита кабельной массой, а при работе датчика в воде — компаундом. В последнем случае должен быть применен специальный водостойкий кабель. При установке датчика в сухом, незапыленном помещении камеру ввода можно не заливать.

Следует иметь в виду, что при наличии двух датчиков, соединенных по одному из вариантов, приведенных на рис. 4.68, полный самоконтроль схем выключателей нарушается. Поэтому в этих случаях необходимо особое внимание обращать на правильность прокладки соединительных кабелей к датчикам во избежание их повреждения;

3) состояние заземления. Станция должна быть заземлена через заземляющую жилу кабеля питания и зажим «Земля» на панели. К местному заземлению станцию подсоединяют через внешний зажим, имеющийся на корпусе станции;

4) электрические параметры схемы. При условии правильного выполнения монтажа выключателей, соблюдении правил эксплуатации и своевременного устранения возникающих в процессе эксплуатации неисправностей магнитный выключатель не требует наладки параметров схемы. При эксплуатации магнитных выключателей проверки надежности крепления и состояния датчиков и ИМП, состояние контактов реле, соблюдения рабочих зазоров между датчиком и ИМП, отсутствия отклонений напряжения питания от номинального выше допустимых значений, состояния соединительных кабелей и затяжки клеммных зажимов должны производиться не реже одного раза в месяц.

Для облегчения отыскания неисправностей выключателя ВМ-66 на рис. 4.67 приведены напряжения наиболее характерных точек электрической схемы.

## 4.3.9. Путевые программные аппараты

Путевые программные аппараты выполняют (полностью или частично) следующие функции:

а) выдают импульсы в отдельных точках пути движения подъемного сосуда для осуществления необходимых переключений в схеме управления машиной;

б) выдают электрические сигналы сельсинному указателю глубины в зависимости от положения сосудов в стволе;

в) задают программу движения машины при автоматическом управлении;

г) осуществляют защиту от переподъема;

д) осуществляют контроль фактической скорости в период разгона, равномерного хода и замедления;

е) производят корректировку элементов аппарата в соответствии с положением подъемных сосудов в стволе шахты при проскальзывании или переползании канатов относительно ведущего шкива многоканатных подъемных машин, или при перестановке барабанов двухбарабанных подъемных машин, а также производят компенсацию ошибки при вытяжке каната или износе футеровки;

ж) осуществляют контроль целостности кинематических цепей, передающих вращение от подъемной машины и своих собственных.

В простейшем случае функции путевых программных устройств выполняют механические указатели глубины и связанные с ними путевые и концевые датчики, командоаппараты ограничителей скорости и автоматического управления.

На модернизированных подъемных машинах НКМЗ, выпускаемых с 1963 г. функцию путевого программного аппарата выполняет регулятор подъема.

Многоканатные и некоторые барабанные подъемные машины, выпущенные до 1967 г., снабжены аппаратами контроля хода типа АКХ, которые в настоящее

время сняты с производства. С 1967 г. как многоканатные, так и одно-двухбарабанные подъемные машины комплектуют аппаратами задания и контроля хода типа АЗК-1.

В аппаратуре АДУ-1, предназначенной для дистанционного управления подъемными лебедками и машинами, устанавливаемыми в шахтах с приводом в исполнении РВ, применяют аппарат управления АУЛ-1.

Полностью функции путевых программных устройств, указанные выше, выполняют только аппараты АКХ и АЗК-1. Остальные аппараты (АУЛ, ППК, регуляторы подъема и механические указатели глубины с комплектом путевых и концевых датчиков управления и защиты) выполняют только функции, указанные в п. а—г и д.

### 4.3.9.1. Регулятор подъема (рис. 4.72)

Привод регулятора подъема представляет собой коническую зубчатую передачу с устройством для подвода сжатого воздуха к цилиндрам механизма перестановки барабанов подъемной машины. Зубчатая передача от коренного вала подъемной машины к приводному валу регулятора подъема ускоряющая с отношением 1 : 3. Вращение от вала подъемной машины через привод регулятора передается валу регулятора подъема и через зубчатую передачу — валу, на котором установлено отключающее диафрагменное расцепленное устройство. Вращение валов регулятора подъема через цилиндрическую и червячную пере-

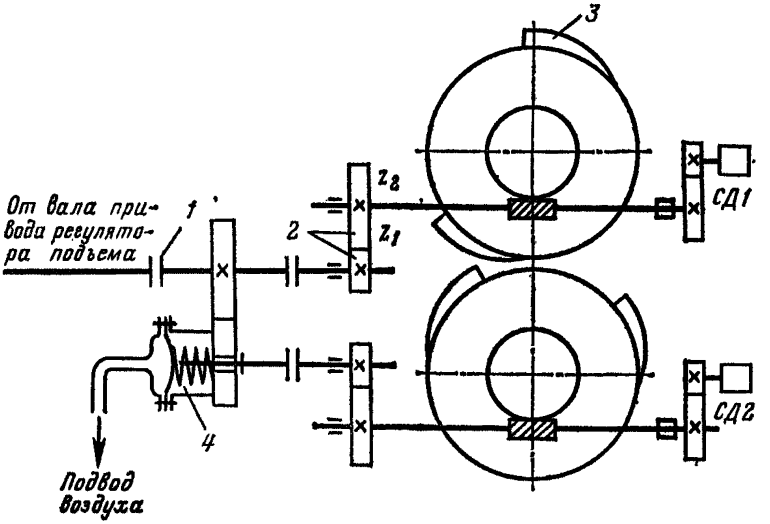



**Рис. 4.72. Кинематическая схема регулятора подъема:**
*1* — соединительная муфта; *2* — сменные передачи; *3* — профили замедления и контроля скорости; *4* — расцепное устройство

дачи передается на валы двух ретардирующих дисков, на которых установлены контролирующие профили.

На регуляторе подъема установлены:

два конечных выключателя (по одному на ретардирующий диск) для подачи импульса (сигнала) на отключение подъемного электродвигателя в конце равномерного движения;

два конечных выключателя (по одному на ретардирующий диск) для защиты от переподъема;

два микровыключателя, осуществляющие блокировку включения и отключения расцепного устройства ретардирующего диска переставного барабана;

Таблица 4.12

| Число оборотов сельсина за подъем | Передаточное число червячной пары | Диаметр барабана, м | Цилиндрические передачи, $z_1/z_2$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 52/40 | 46/46 | 40/52 | 36/56 | 32/60 | 28/64 | 24/68 | 20/72 | 18/74 |
| | | | Высота подъема, м | | | | | | | | |
| 20 | 1/43 | 4 | 65 | 84 | 106 | 134 | 152 | 194 | 236 | 300 | 340 |
| 30 | | | 97 | 126 | 159 | 202 | 228 | 291 | 353 | 450 | 510 |
| 36 | | | 116 | 152 | 192 | 242 | 272 | 350 | 425 | 540 | 612 |
| 39 | 1/72 | | 126 | 164 | 207 | 262 | 296 | 378 | 460 | 585 | 664 |
| 43 | | | 139 | 181 | 228 | 289 | 326 | 417 | 505 | 645 | 730 |
| 50 | | | 162 | 210 | 265 | 335 | 380 | 485 | 590 | 750 | 850 |
| 60 | | | 194 | 252 | 318 | 401 | 455 | 581 | 707 | 900 | 1020 |
| 67 | | | 218 | 282 | 355 | 448 | 510 | 650 | 789 | 1005 | 1140 |
| 68 | 1/78 | | 220 | 286 | 360 | 455 | 516 | 660 | 800 | 1020 | 1156 |
| 69 | | | 223 | 290 | 365 | 461 | 524 | 670 | 810 | 1035 | 1173 |
| 20 | 1/43 | 5 | 80 | 104 | 136 | 166 | 196 | 240 | 292 | 374 | 405 |
| 30 | | | 120 | 156 | 202 | 250 | 294 | 360 | 437 | 560 | 640 |
| 36 | | | 144 | 187 | 244 | 300 | 353 | 432 | 525 | 672 | 766 |
| 37 | | | 148 | 192 | 252 | 307 | 363 | 445 | 540 | 692 | 788 |
| 43 | 1/72 | | 172 | 224 | 292 | 351 | 422 | 516 | 626 | 805 | 895 |
| 50 | | | 200 | 260 | 340 | 415 | 490 | 600 | 730 | 935 | 1068 |
| 60 | | | 240 | 312 | 408 | 498 | 590 | 720 | 875 | 1122 | 1278 |
| 68 | 1/78 | | 268 | 349 | 455 | 556 | 658 | 805 | 975 | 1250 | 1430 |
| 69 | | | 272 | 364 | 462 | 565 | 669 | 815 | 980 | 1270 | 1450 |
| | | | 276 | 359 | 470 | 574 | 678 | 827 | 1007 | 1290 | 1470 |
| 20 | 1/43 | 6 | 97 | 126 | 163,8 | 200 | 240 | 290 | 340 | 460 | 520 |
| 30 | | | 146 | 189 | 246 | 300 | 360 | 435 | 510 | 690 | 780 |
| 36 | | | 175 | 227 | 294 | 360 | 431 | 521 | 611 | 828 | 935 |
| 37 | 1/72 | | 180 | 233 | 303 | 370 | 444 | 536 | 629 | 850 | 960 |
| 43 | | | 209 | 271 | 352 | 430 | 515 | 624 | 730 | 986 | 1120 |
| 50 | | | 242 | 315 | 410 | 500 | 600 | 725 | 850 | 1150 | 1300 |
| 60 | | | 290 | 378 | 490 | 600 | 720 | 870 | 1020 | 1380 | 1560 |
| 67 | | | 325 | 422 | 548 | 670 | 804 | 970 | 1140 | 1540 | 1740 |
| 68 | 1/78 | | 330 | 428 | 553 | 680 | 815 | 985 | 1158 | 1563 | 1770 |
| 69 | | | 335 | 435 | 565 | 690 | 326 | | | | |

два сельсина-датчика для передачи вращения к сельсинам-приемникам указателя глубины; они приводятся во вращение от червячного вала регулятора подъема непосредственно или через ускоряющую передачу;

два командоаппарата ограничения скорости (по одному на ретардирующий диск) для защиты подъемной машины от превышения заданной скорости при равномерном движении и замедлении;

сельсинный командоаппарат автоматического управления (на скиповых подъемах с асинхронным приводом), который является датчиком заданной скорости в системе регулирования хода в период замедления;

два сельсинных командоаппарата автоматического управления (на подъемных машинах с приводом постоянного тока) для программного регулирования кода подъемной машины.

При ревизии и наладке регулятора подъема необходимо проверить:

1) состояние червячных передач (качество зацепления, целость зубьев, отсутствие шаткости зубчатых колес на валу). Разбег на червячном колесе не должен превышать 0,5 мм. Регулировку разбега произвести изменением количества прокладок под торцовыми крышками вала червяка;

2) соответствие сменных шестерен глубине подъема. При несоответствии шестерни заменить согласно табл. 4.12;

3) состояние смазки. При обнаружении загрязнения смазки ее необходимо заменить. Подшипники смазать солидолом;

4) отсутствие шаткости ретардирующего диска на валу. При необходимости заменить шпонку;

5) работу расцепного устройства. Муфта расцепного устройства должна четко включаться и выключаться;

6) состояние конечных выключателей (см. 4.3.7).

7) состояние сельсинов.

Окончательно собранный и отрегулированный регулятор подъема должен вращаться от руки при отсоединении его от вала машины.

### 4.3.9.2. Аппарат АЗК-1

Конструктивной особенностью аппарата АЗК-1 (рис. 4.73) является симметричная схема приводного редуктора с независимой синхронизацией одной части относительно другой, позволяющая обеспечить пригодность аппарата для разных типов подъемных машин. Кинематическая схема аппарата АЗК-1 приведена на рис. 4.74.

Аппарат АЗК-1 состоит из следующих основных узлов:

шкафа типа ШПА-1, содержащего привод аппарата, корректирующее устройство, блок сельсинов-датчиков и блок этажных выключателей;

двух блоков программирования БПМ-1 (при разъездах на максимальной скорости) и БПП-1 (при разъездах на пониженной скорости), каждый из которых содержит редуктор с электромагнитной муфтой и программное устройство;

двух реле контроля вращения РКВ-1;

электрического ограничителя скорости ЭОС-2.

Шкаф с приводом ШПА-1 и блоки программирования БПМ-1 и БПП-1 монтируют на общей фундаментной раме сварной конструкции; при этом сварную раму либо устанавливают на фундаменте и закрепляют функциональными болтами, либо нижнюю часть рамы заделывают непосредственно в фундамент. Шкаф с приводом на раме крепят болтами М16, блоки программирования — болтами М12.

Если блоки программирования не используются в схеме управления данной подъемной машины, их следует демонтировать.

Редуктор привода (рис. 4.75) предназначен для распределения вращения от вала подъемной машины к блокам этажных выключателей (валы *1* и *4*), блокам программирования (валы *9* и *14*) и блокам сельсинов-датчиков.

При ревизии редуктора необходимо измерить уровень масла по отметкам маслоизмерительных щупов, при необходимости долить его.

В редуктор привода аппарата АЗК-1 залить индустриальное масло И-40А до второго деления масломера. Заливку произвести при помощи масленки, нахо-

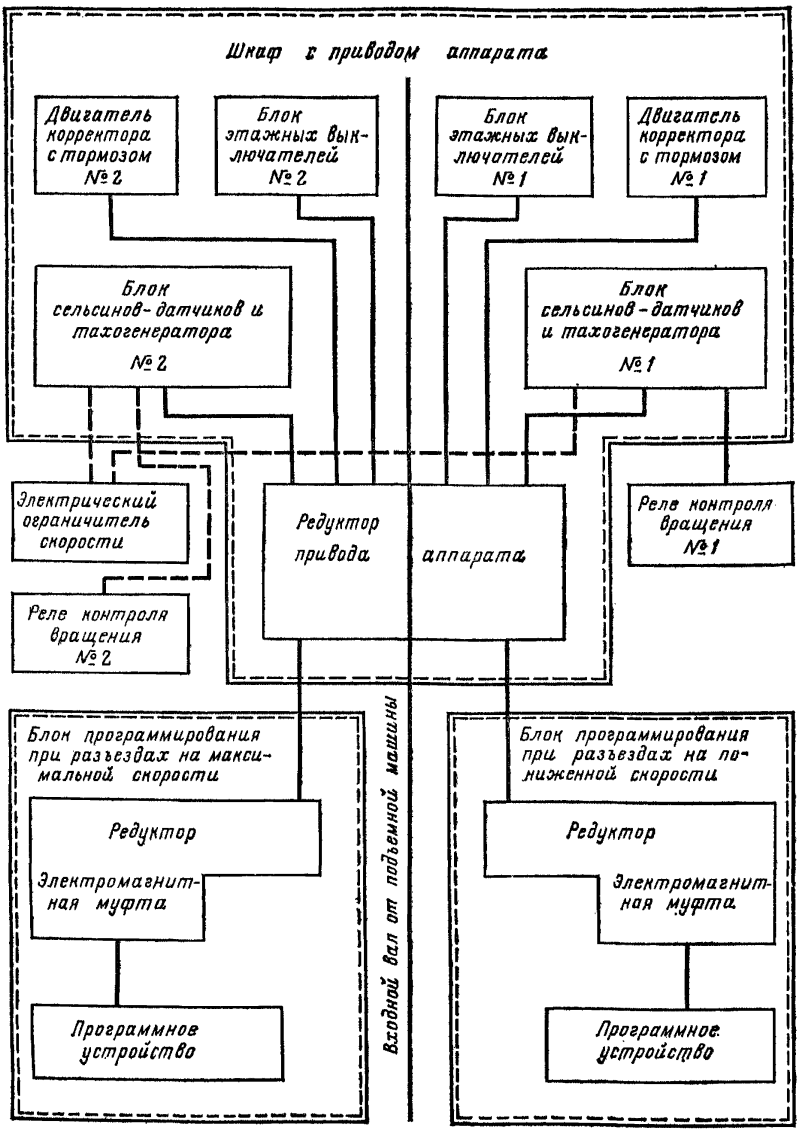



**Рис. 4.73. Структурная схема аппарата АЗК-1**

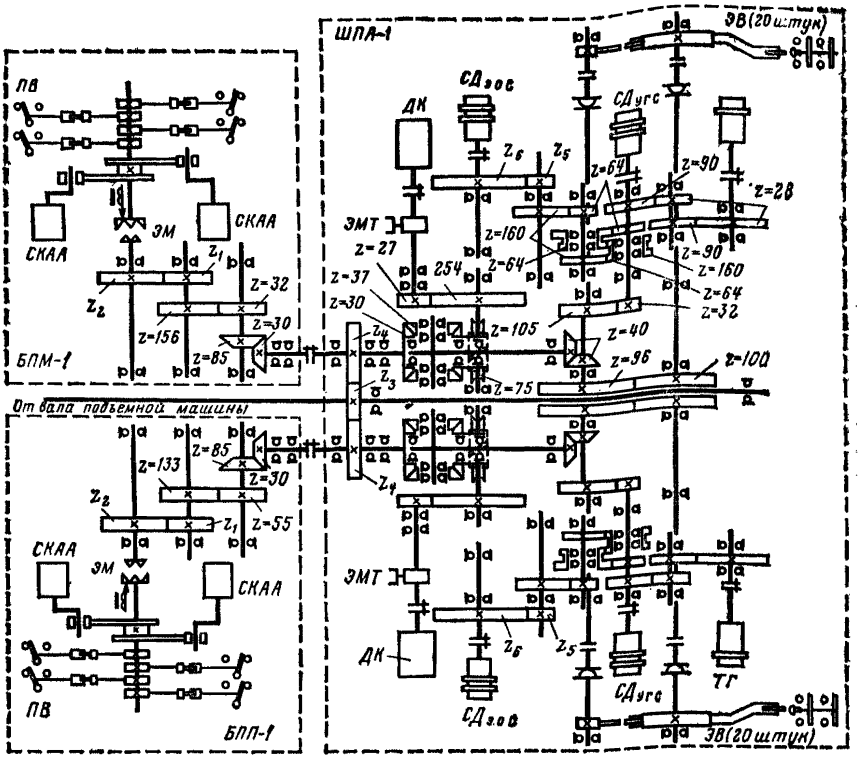



**Рис. 4.74. Кинематическая схема аппарата АЗК-1**

дящейся между двигателями. Масло заливать в масленку один раз в месяц. При обнаружении утечек масла принять меры к их устранению.

Проверку правильности выбора сменных шестерен редуктора произвести следующим образом:

а) вычислить число оборотов $n_{вх}$ при однослойной навивке каната по формуле

$$n_{вх} = \frac{H_{max}}{\pi D_н}, \qquad (4.8)$$

где $n_{вх}$ — число оборотов вала подъемной машины за подъем, об/под; $H_{max}$ — максимальная высота подъема, м; $D$ — диаметр барабана, м;

б) по полученному $n_{вх}$ определить $z_3$ и $z_4$:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $z_3$ | 28 | 36 | 46 | 57 | 69 | 81 | 92 | 102 | 110 |
| $z_4$ | 110 | 102 | 92 | 81 | 69 | 57 | 46 | 36 | 28 |
| $n_{вх}$ | 236 | 120 | 120 | 85,2 | 60 | 42,2 | 40 | 21,2 | 15,25 |

в) проверить соответствие расчетной шестерни $z_3$ фактически установленной. При необходимости произвести замену сменных шестерен в редукторе привода аппарата. Для замены шестерен снять крышку *8* в сборе с валом *13*, переходником *12* и крышками подшипников. Затем при помощи съемника снять подшипники и шестерни с валов *9*, *13* и *14*.

Установку требуемых шестерен произвести в обратном порядке.

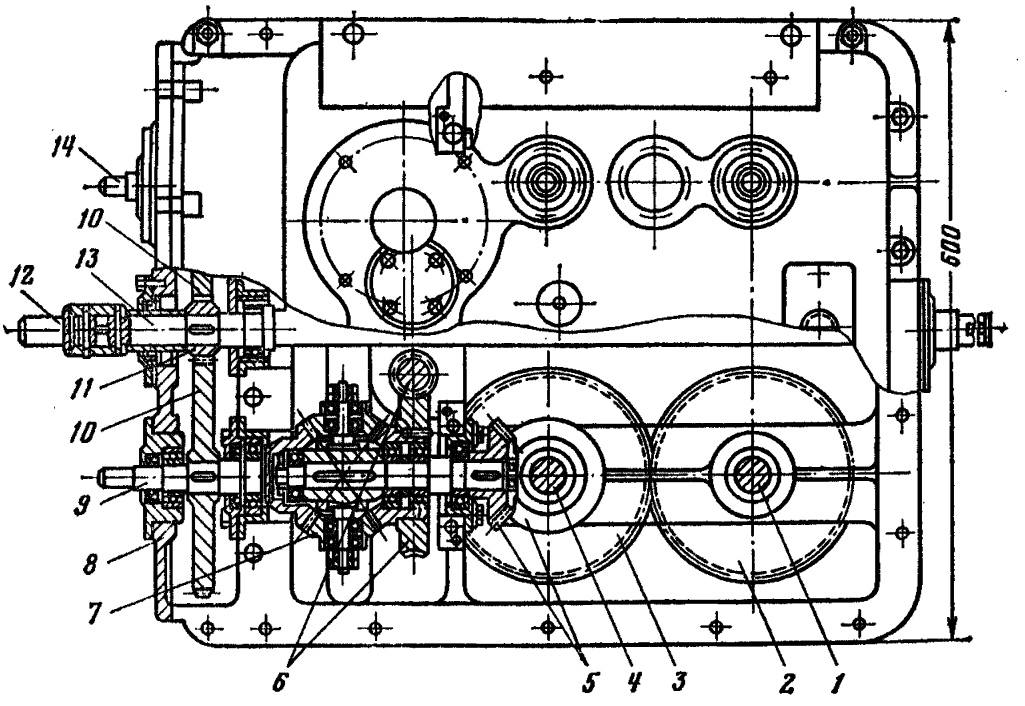



**Рис. 4.75. Редуктор привода аппарата АЗК-1:**

*1* и *4* — валы блока этажных выключателей; *2*, *3* — шестерни валов блока этажных выключателей; *5* — коническая пара шестерни; *6* — червячная пара шестерен; *7* — дифференциалы; *8* — крышка; *9* и *14* — валы программных устройств; *10* и *11* — шестерни промежуточного редуктора; *12* — переходник; *13* — вал

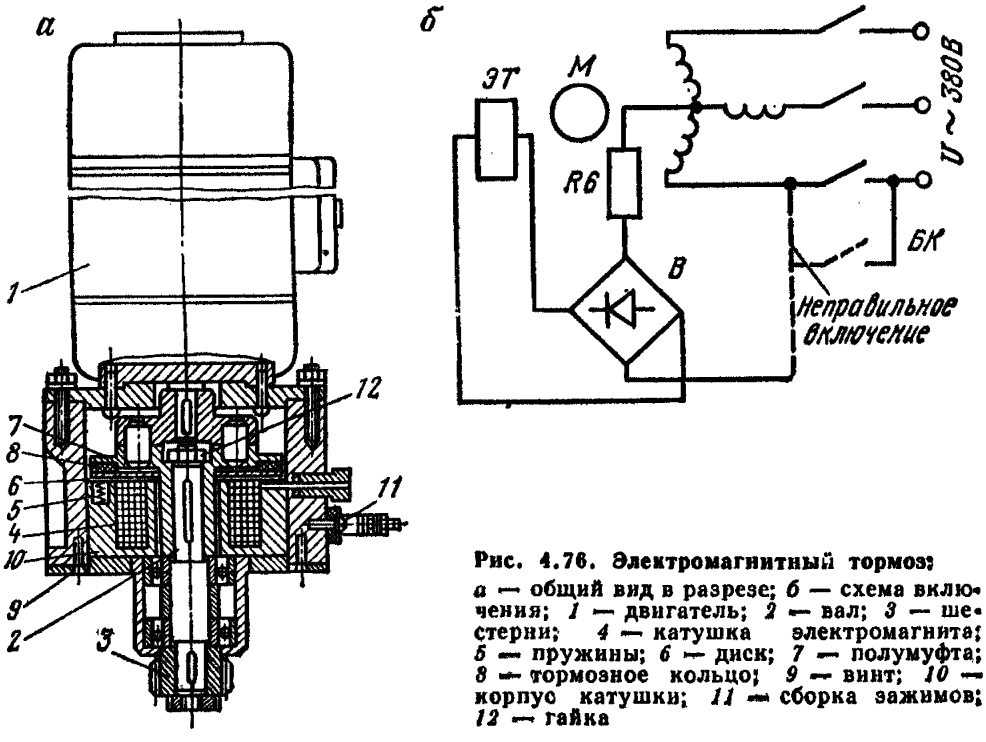



**Рис. 4.76. Электромагнитный тормоз:**

*а* — общий вид в разрезе; *б* — схема включения; *1* — двигатель; *2* — вал; *3* — шестерни; *4* — катушка электромагнита; *5* — пружины; *6* — диск; *7* — полумуфта; *8* — тормозное кольцо; *9* — винт; *10* — корпус катушки; *11* — сборка зажимов; *12* — гайка

Корректор предназначен для согласования положения всех выключателей и профилей с положением сосудов в стволе после остановки сосуда на верхней приемной площадке. Если в этот момент произошло замыкание контрольного выключателя, сигнализирующего о наличии проскальзывания канатов в период работы машины, то включается двигатель корректора и через дифференциал поворачивает валы АЗК-1 до тех пор, пока они не возвратятся в положение, соответствующее нахождению подъемного сосуда на приемной площадке. Отключение двигателя происходит вторым конечным выключателем. Чтобы избежать влияния пути выбега двигателя на работу АЗК, одновременно с подачей напря-

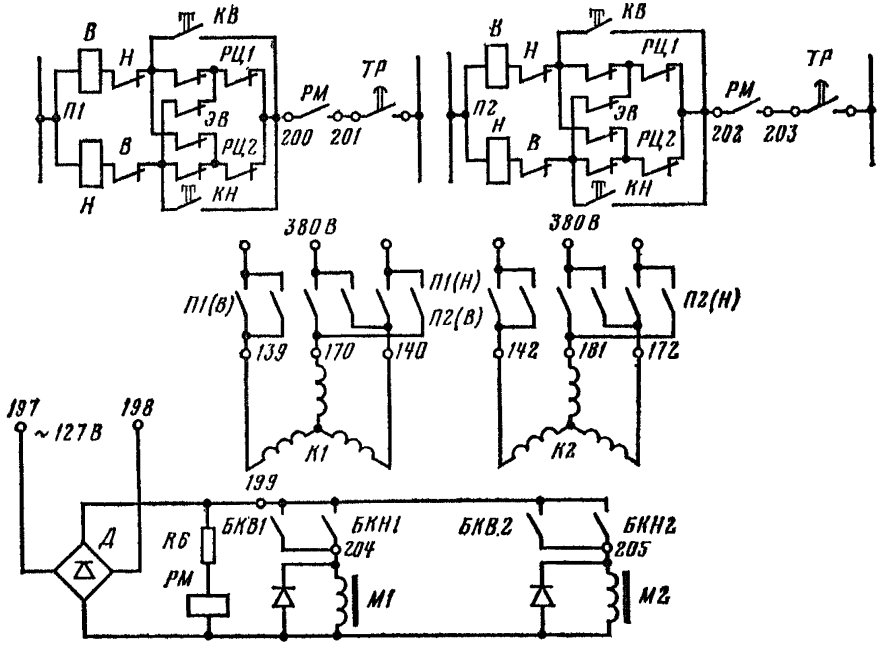



**Рис. 4.77. Измененная схема включения тормозных муфт корректирующих устройств**

жения на двигатель должно подаваться напряжение и на катушку электромагнита 4 (рис. 4.76, *а*) через резистор *R6* (рис. 4.76, *б*) типа ПЭВ-75 на 200 Ом и выпрямительный мост *В* из диодов Д205, в результате чего накладывается тормоз. Для увеличения эффективности торможения муфтой выпрямительный мост включен через контакты контактора. При наличии блок-контактов в пускателе рекомендуется включение муфты производить через *БК*.

В аппаратах АЗК-1, выпускаемых заводом с ноября 1969 г., применена измененная схема включения тормозных муфт корректирующих устройств (рис. 4.77). В схеме предусмотрена защита электродвигателей *К1* и *К2* в случае выхода из строя диодов выпрямительного моста *Д*. При выходе из строя одного из диодов моста реле *РМ* отключается и отключает цепь катушек пускателей *П1* и *П2*. Для увеличения коэффициента возврата и защиты реле *РМ* от перенапряжения последовательно в цепь катушки последнего включен резистор *R6* на 330 Ом.

Для снятия импульса обратного напряжения, возникающего на обмотках электромагнитов тормозных муфт (*М1* и *М2*) в момент разрыва цепи питания, катушки муфт зашунтированы диодами.

Тормозная катушка корректора рассчитана на кратковременный режим работы с ПВ = 65 % на напряжение 220 В постоянного тока. Обмоточные данные

катушки: провод ПЭВ-2 диаметром 0,23; число витков в слое 112; число слоев 46; полное число витков 5150; намотка — рядовая; сопротивление катушки 455 ± 15 Ом.

Проверку работы корректора произвести включением и выключением двигателя корректора, обращая внимание на правильность работы конечных выключателей корректора, которые должны быть установлены с учетом выбега двигателя. При проверке электромагнитного тормоза корректора необходимо убедиться в том, что при подаче напряжения на катушку диск *6* (см. рис. 4.76, *а*) должен свободно притягиваться, а при снятии напряжения — возвращаться в исходное положение под действием пружин. Зазор между диском *6* и корпусом катушки *10* должен быть не более 1 мм. Регулировку зазора произвести прокладками и проверить щупом. При износе тормозного кольца *8* до головок заклепок оно подлежит замене.

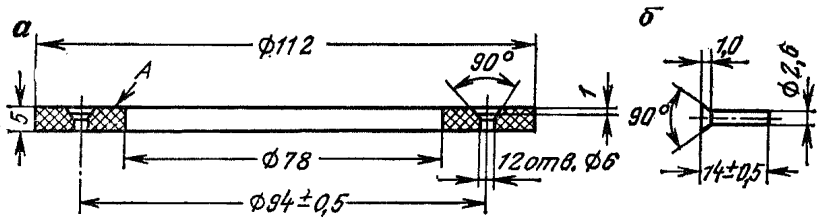



Рис. 4.78. Тормозное кольцо (*а*) и заклепка (*б*)

Для замены изношенного тормозного кольца *8* снять тормозное устройство с привода аппарата, отвинтить винты *9* и стопорный винт, крепящий корпус катушки *10*. Выводные концы катушки отсоединить от колодки зажимов *11*.

Разъединить корпус с электродвигателем и тормоз в сборе, отвинтить гайку *12*. При помощи двух болтов М8 снять полумуфту *7* с тормозным кольцом. По рис. 4.78, *а* изготовить кольцо и двенадцать заклепок (рис. 4.78, *б*). Материал кольца—лента тормозная асбестовая типа Б-115×5. Материал заклепок — сталь Ст.3. Срубить изношенное кольцо и приклепать новое. Поверхность *А* проточить до $R_z$ 40. Головки заклепок должны быть утоплены на глубину 1 мм.

Сборку тормозного устройства произвести в обратном порядке.

Блок сельсинов-датчиков включает в себя два сельсина БД-501 и тахогенератор ТГ-2С.

Первый датчик $СД_{УГС}$ получает до 98,5 оборота за подъем и предназначен для выдачи сигнала сельсину-приемнику указателя глубины УГС-4.

Вал второго датчика $CD_{ЭОС}$ за путь замедления подъемной машины должен повернуться на угол 60—70°, который обеспечивается сменными шестернями $z_5$ и $z_6$ (см. рис. 4.74). Ориентировочно сменные пары к сельсинам-датчикам $CD_{ЭОС}$ подобрать по формуле

$$n''_{вых} = \frac{0{,}2H_{max}}{H_э}, \qquad (4.9)$$

где $n''_{вых}$ — число оборотов вала сельсинов-датчиков за подъем; $H_{max}$ — максимальная высота подъема, м; $H_э$ — путь замедления, м.

Ниже приведена характеристика сменных шестерен блока сельсинов-датчиков аппарата АЗК-1; следует принять ближайшее меньшее число с набором шестерен $z_5$ и $z_6$

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $z_5$ | 36 | 44 | 58 | 74 | 92 | 112 |
| $z_6$ | 188 | 180 | 166 | 150 | 132 | 112 |
| $n_{вых}$ | 0,482 | 0,615 | 0,88 | 1,24 | 17,5 | 2,52 |
| $z_5$ | 132 | 150 | 166 | 180 | | 188 |
| $z_6$ | 92 | 74 | 58 | 44 | | 36 |
| $n_{вых}$ | 3,62 | 5,1 | 7,22 | 10,3 | | 18,15 |

Однако при таком подборе шестерен может оказаться, что выходной вал сельсина-датчика за путь замедления совершает угол поворота менее 50° (вследствие того, что сменные шестерни $z_3$ и $z_4$ редуктора привода при расчете выбраны по нижней границе предела ряда чисел оборотов входного вала аппарата). В этом случае принять следующую сменную пару шестерен $z_5$ и $z_6$ с большим передаточным отношением.

Для замены сменных шестерен достаточно отсоединить крышку с сельсином от корпуса.

Блок этажных выключателей предназначен для выдачи импульсов в зависимости от положения сосудов. Число этажных выключателей 40, по 20 в каждом блоке; 10 выключателей срабатывают при правом вращении входного вала аппарата и 10 — при левом.

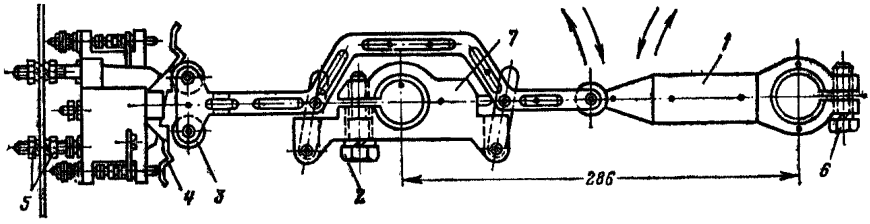



**Рис. 4.79. Установка этажных выключателей аппаратов АЗК-1 и АКХ:**
*1* — рычаг; *2* и *6* — стяжные болты; *3* — ролик; *4* — рычаг выключателя; *5* — регулировочные гайки; *7* — шарнирный рычаг

Каждый этажный выключатель имеет один замыкающий и один размыкающий контакты. Разрывная мощность контактов в цепях постоянного тока напряжением до 220 В с индуктивной нагрузкой до 2 Гц не более 50 В·А; в цепях переменного тока напряжением до 380 В частоты 50 Гц — не более 500 В·А. Длительный ток через контакты должен быть не более 5 А. Запрещается замыкающие контакты использовать в цепях на размыкание.

Рычаг *1* (рис. 4.79) за подъем должен получить не более 33 оборота, а шарнирный рычаг *7* — 32 оборота.

Для настройки любого выключателя необходимо остановить подъемный сосуд в требуемой точке ствола, ослабить болты *6* и *2*, установить рычаги на одной линии с выключателем, как показано на рис. 4.79. В таком положении затянуть гайки, и перемещая несколько раз подъемный сосуд вверх и вниз около заданной точки, проверить правильность срабатывания выключателя и, если необходимо, слегка скорректировать положение рычагов. Приближение и удаление выключателя произвести регулировочными гайками *5*. Следует особое внимание обратить на то, чтобы при вращении рычагов без зацепления ролики *3* свободно проходили рядом с зазором 1—1,5 мм. Несоблюдение этого условия нередко приводит к поломке этажного выключателя.

Неиспользованные этажные выключателя отвести в нерабочую зону для предотвращения их от механического износа, путем выведения двигателем корректора элементов аппарата в область переподъема и установкой рычагов в разбежку через 0,5 м пути.

В процессе эксплуатации происходит некоторое ослабление соединений рычагов с осями, что уменьшает их срок службы. По мере ослабления указанных соединений необходимо снять рычаг со втулки и произвести подтяжку осей методом развальцовки.

Блок программирования БПМ-1 осуществляет регулирование разгона и замедления подъемной машины на максимальной скорости, а блок БПП-1 выполняет те же функции на пониженной скорости. По конструкции они аналогичны. Разница состоит в том, что редуктор БПМ-1 за счет сменных шестерен обеспечивает вращение профильных дисков от 0,89 до 21,1 оборота за подъем, а редуктор

блока БПП-1 — от 1,85 до 42,5 оборота за подъем. Ниже приведена характеристика сменных шестерен блоков программирования БПМ-1 и БПП-1 аппарата АЗК-1.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $z_1$ | 32 | 40 | 48 | 58 | 70 | 82 | 94 |
| $z_2$ | 156 | 148 | 140 | 130 | 118 | 106 | 94 |
| $n_{БПМ}$ | 0,89 | 1,17 | 1,49 | 1,935 | 2,57 | 3936 | 4,34 |
| $n_{БПП}$ | 1,85 | 2,36 | 3,0 | 3,9 | 5,18 | 6,77 | 8,75 |
| $z_1$ | 106 | 118 | | 130 | 140 | 148 | 156 |
| $z_2$ | 82 | 70 | | 58 | 48 | 40 | 32 |
| $n_{БПМ}$ | 5,6 | 7,32 | | 9,72 | 12,65 | 16,05 | 21,1 |
| $n_{БПП}$ | 11,3 | 14,75 | | 19,6 | 25,5 | 32,4 | 42,5 |

Программное устройство блоков программирования состоит из двух программных дисков, сидящих на общем валу, двух командоаппаратов СКАА-111, четырех конечных микровыключателей и зубчатой электромагнитной муфты.

Один профильный диск со своим командоаппаратом предназначен для задания программирования разгона и замедления при движении вниз, второй профильный диск со вторым командоаппаратом — для тех же целей при движении вверх. Программа разгона задается одной частью оборота программного диска, программа замедления — второй частью оборота.

Включение программного устройства производится зубчатой электромагнитной муфтой от импульса этажного выключателя через промежуточное реле или контактор, или от импульса датчика, установленного в стволе. Отключение программного устройства производится от импульса конечного микровыключателя программного устройства через промежуточное реле или контактор. При включении катушки муфта расцепляется с редуктором и затормаживает профилированные диски. При этом последовательно с катушкой контактами реле времени РЭВ-817 включается балластный резистор сопротивлением 1 кОм. Реле времени включается от того же промежуточного реле или контактора. При необходимости изготовления катушки электромагнитной муфты следует руководствоваться указаниями, изложенными ниже:

катушку мотать приводом ПЭВ-2 диаметром 0,29 мм. Число витков 5350;

пропитать электроизоляционным лаком ГФ-95 под вакуумом 2 раза. После каждой пропитки просушить в печи;

сопротивление катушки должно быть 370 ± 15 Ом.

Редукторы программных устройств смазать индустриальным маслом И-40А, которое залить до второго деления масломера. Запрещается заливать масло выше указанного уровня.

В остальные подшипниковые узлы смазка закладывается при выпуске аппарата с завода, затем согласно инструкции.

Для получения необходимого числа оборотов за подъем программных дисков необходимо произвести подбор сменных шестерен из расчета, что входной вал редуктора делает за подъем до 60 оборотов, по формулам

$$n_{вых} = 60 \frac{30}{85} \frac{32}{156} \frac{z_1}{z_2} \quad \text{для} \quad БПМ\text{-}1; \tag{4.10}$$

$$n_{вых} = 60 \frac{55}{133} \frac{z_1}{z_2} \quad \text{для} \quad БПП\text{-}1. \tag{4.11}$$

Так как фактическое число оборотов подъемной машины за подъем не должно превышать расчетное, требуется произвести корректировку расчета с целью максимального использования профиля программных дисков:

$$n_{вых.\,кор} = n_ф \frac{30}{85} \frac{32}{156} \frac{z_1}{z_2} \quad \text{для} \quad БПМ\text{-}1; \tag{4.12}$$

$$n_{вых.\,кор} = n_ф \frac{30}{85} \frac{55}{133} \frac{z_1}{z_2} \quad \text{для} \quad БПП\text{-}1, \tag{4.13}$$

где $n_ф$ — фактическое число оборотов за подъем входного вала программного редуктора.

При подборе шестерен следует соблюдать условие:

$$n_{вых.кор} \leqslant n_{необх}; \tag{4.14}$$

$$n_{необх} = 0{,}89 \frac{H_{max}}{h_р + h_з}, \tag{4.15}$$

где 0,89 — коэффициент использования профиля; $h_р$, $h_з$ — пути соответственно разгона и замедления, м.

При построении профиля программного диска можно пользоваться рис. 4.80.

Профилирование программных дисков необходимо произвести сначала на профилях из листов фанеры. После уточнения в процессе пробных испытаний, профиль перенести на заготовки, поставляемые с аппаратом.

Правильно смонтированный и отрегулированный аппарат в процессе эксплуатации требует только детального осмотра элементов аппарата один раз в неделю.

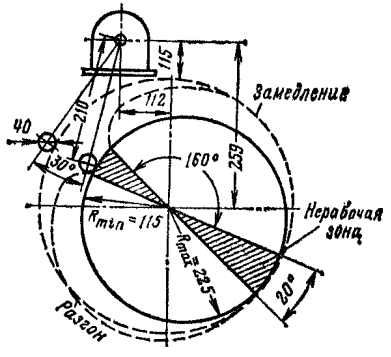



Рис. 4.80. Построение профиля программных дисков аппарата АЗК-1

## 4.3.10. Электрические регуляторы давления

Электрические регуляторы давления предназначены для дистанционного и автоматического управления тормозом. Их разделяют на электрогидравлические (РДУГ, РДВГ и ВЭРДГ) и электропневматические (РДУ-1, РДУ-2, РДВП, РДБВ и РДБГ).

Для тормозов с гидрогрузовым и пружинно-гидравлическим приводами применяются регуляторы давления РДУГ, входящие в комплект аппаратуры управления гидроприводом тормоза АУГТ. Все электрогидравлические регуляторы давления имеют взрывобезопасное исполнение.

Для тормозов с пневматическими приводами применяют регуляторы давления РДУ-1 и РДУ-2 в общепромышленном исполнении и РДВГ во взрывобезопасном исполнении. Эти регуляторы давления входят в комплекты аппаратуры управления пневмоприводом тормоза КУПТ.

Таблица 4.13

| Технические данные | Регулятор | |
|---|---|---|
| | РДВГ и ВЭРДГ | РДУГ |
| Зона регулирования давления, МПа (кгс/см²) | 0—0,6 (0—6) или 0—1,2 (0—12) | 0—0,6 (0—6) или 0—1,2 (0—12) |
| Число устойчивых ступеней давления в зоне регулирования | Не менее 25 | Не менее 50 |
| Величина постоянного тока в обмотке управления регулятором, мА | 20—180 | 20—180 |
| Омическое сопротивление обмотки управления регулятором, Ом | 110±5 | 110±5 |
| Число витков катушки электромагнита | 4700 | 4700 |
| Исполнение | РВ | РВ |

Таблица 4.14

| Наименование технических данных | Регулятор | | |
|---|---|---|---|
| | РДБВ, РДБГ | РДУ-1, РДУ-2 | РДВП |
| Зона регулирования, МПа (кгс/см²) | 0—0,8 (0—8) | 0—0,8 (0—8) | 0—0,8 (0—8) |
| Число устойчивых ступеней в зоне регулирования | Не менее 25 | Не менее 50 | Не менее 50 |
| Род тока управления | Постоянный | | |
| Тип и диаметр (мм) провода электромагнита: | | | |
| ручного управления | ПЭВ,0,31 | ПЭВ-2,0,36 | ПЭВ,0,31 |
| автоматического управления | ПЭВ,0,41 | — | — |
| первой ступени | ПЭВ,0,31 | ПЭВ-2,0,31 | — |
| Число витков обмотки: | | | |
| ручного управления | 3000 | 4700 | 3000 |
| автоматического управления | 1850 | — | — |
| первой ступени | 3000 | 3000 | — |
| Максимальная величина тока управления обмотки, мА: | | | |
| ручного управления | 300 | 180 | 180±20 |
| автоматического управления | 500 | — | — |
| первой ступени | 180 | 180±10 | — |
| Омическое сопротивление обмотки, Ом: | | | |
| ручного управления | 96 | 110 | 110±5 |
| автоматического управления | 34 | — | — |
| первой ступени | 96 | 96 | — |
| Исполнение | Нормальное | — | РВ |

Работа регуляторов давления всех типов основана на принципе проточного регулирования давления масла или воздуха в рабочей камере золотника с обратной перестановкой его в среднее (нейтральное) положение в зависимости от давления в цилиндре рабочего тормоза.

Конструктивно регуляторы давления представляют собой трехходовой кран с золотником, камерами регулирования давления и электромагнитным приводом.

Технические характеристики электрогидравлических регуляторов приведены в табл. 4.13, а электропневматических — в табл. 4.14.

### 4.3.10.1. Электрогидравлические регуляторы давления типа РДУГ, РДВГ и ВЭРДГ

Унифицированный взрывобезопасный электрогидравлический регулятор давления РДУГ (рис. 4.81) состоит из корпуса *2* с втулкой *3*, в которой перемещается притертый золотник *5*. Собственный вес золотника уравновешивается пружиной *23*, которая также предназначена для обеспечения открывания отверстий втулки на выпуск масла из цилиндра тормоза при малом остаточном давлении. Масло поступает в надзолотниковую камеру из маслосистемы через штуцеры *29* и *26*, трубку *28*, фильтр *25* и сменный штуцер *24* с диаметром отверстия

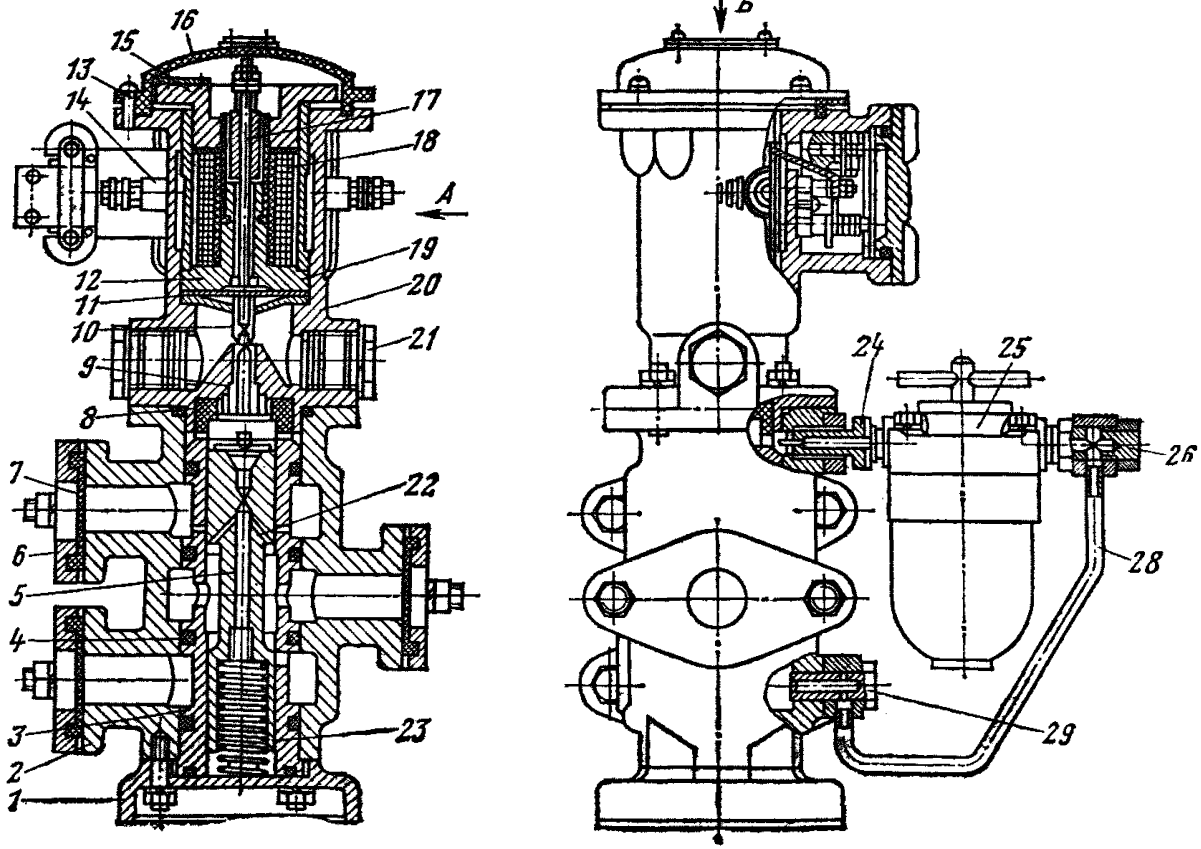



**Рис. 4.81. Взрывобезопасный электрогидравлический регулятор давления РДУГ:**

*1, 16* — крышки; *2* — корпус; *3* — втулка; *4* — уплотнительное кольцо; *5* — золотник; *6* — фланец; *7* — заглушка; *8* — буфер; *9* — сопло; *10* — заслонка; *11, 23, 27* — пружины; *12, 14, 15* — магнитопроводы; *13* — электромагнит; *17* — якорь; *18* — катушка; *19* — диафрагма; *20* — корпус электромагнита; *21* — патрубок; *22* — канал обратной связи; *24, 26, 29* — штуцеры; *25* — фильтр; *28* — трубка; *30* — стопорный винт; *31* — регулировочный винт

1,8 мм при давлении масла до 0,6 МПа или диаметром 1,2 мм при давлении до 1,2 МПа. Масло выходит из надзолотниковой камеры через отверстие сменного сопла *9* и далее на слив через патрубок *21*. Сопло применяется с диаметром отверстия 5,5 мм при давлении до 0,6 МПа и диаметром 3,6 мм при давлении до 1,2 МПа. Истечение масла из отверстия сопла дросселируется заслонкой *10*, связанной с якорем *17* электромагнита. При увеличении тока в катушке *18* якорь *17* перемещается вниз, прикрывая заслонкой *10* отверстие сопла. Давление в надзолотниковой камере увеличивается, золотник *5* под действием давления масла в надзолотниковой камере опускается, открывая поступление масла в тормозной цилиндр. Одновременно через канал обратной связи *22* в золотнике масло поступает в подзолотниковую камеру. По мере выравнивания давлений в надзолотниковой и подзолотниковой камерах золотник возвращается в нейтральное положение, прекращая впуск масла в тормозной цилиндр. При уменьшении тока в катушке *18* давление масла в надзолотниковой камере уменьшается, золотник под действием избыточного давления в подзолотниковой камере поднимается, выпуская масло из тормозного цилиндра до тех пор, пока вновь не выравняются величины давления масла над золотником и под золотником. Таким образом, каждой величине тока в катушке *18* соответствует определенное давление масла в тормозных цилиндрах.

При ревизии и наладке регулятора давления РДУГ необходимо проверить:

1) состояние рабочих поверхностей золотника и втулки. Снять электромагнитную головку регулятора давления, вынуть золотник *5* (см. рис. 4.81) и осмотреть рабочие поверхности золотника и втулки *3*. На рабочих поверхностях золотника и втулки не должно быть никаких дефектов. Если регулятор давления устанавливается впервые после получения с завода, необходимо удалить смазку консервации промывкой золотника и внутренних полостей корпуса *2* со втулкой в керосине, соляровом или трансформаторном масле. Проверить плавность перемещения золотника во втулке. Смазанный золотник должен под действием собственного веса плавно опуститься на пружину *23*. Если ранее в работе регулятора давления были замечены ненормальности («плавание» давления масла в тормозном цилиндре при фиксированной величине тока в катушке регулятора), необходимо снять нижнюю крышку *1*, вынуть втулку и осмотреть состояние уплотнительных резиновых колец *4*. Поврежденные кольца заменить;

2) диаметры сменного штуцера *24* и сопла *9* в соответствии с давлением в системе. Диаметры должны быть соответственно 1,8 мм и 5,5 мм при давлении масла до 0,6 МПа и 1,2 мм и 3,6 мм при давлении масла до 1,2 МПа. Для уменьшения расхода масла через камеру проточного регулирования и расширения диапазона регулирования давления при гидрогрузовом приводе тормоза в некоторых случаях можно рекомендовать установку сменного штуцера *24* с диаметром отверстия 1,2 мм и сопла с диаметром отверстия 3,6 мм при давлении масла до 0,6 МПа. В этом случае увеличивается время растормаживания машины; такая рекомендация приемлема при ручном и дистанционном управлении подъемной машиной на установках с малой интенсивностью работы подъема (например, на вентиляционных стволах и в других местах, где в рабочем цикле пауза намного превышает время движения);

3) состояние электромагнитной головки. Проверку осуществить внешним осмотром. Разборку электромагнитной головки в необходимом объеме следует производить лишь для регулировки зазоров между якорем *17* и магнитопроводом *12* и между соплом и заслонкой. Полная разборка электромагнитной головки без особой необходимости не рекомендуется. Проверять и регулировать зазоры необходимо для новых регуляторов, а для находящихся в эксплуатации — лишь при выявлении каких-либо ненормальностей при снятии характеристики.

Для проверки зазора между якорем и магнитопроводом снять крышку *16* и опустить сопло *9* на два-три оборота. Нажать пальцем на верхний конец якоря электромагнита и проверить величину его хода (например, с помощью стрелочного индикатора), которая должна быть равна 1,8—2,0 мм. Зазор регулируют поднятием или опусканием плоской пружины *27* винтами *30* и *31*.

Затем установить на место крышку *16*, ввернуть сопло, контролируя щупами зазор между соплом и заслонкой *10*. Зазор должен быть равен 0,6—0,8 мм. После

установки требуемого зазора сопло законтрогаить и установить электромагнитную головку на место;

4) величину сопротивления изоляции обмотки, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

5) правильность установки регулятора давления и соединения его с фланцами трубопроводов. Регулятор давления должен быть установлен строго по вертикали. Присоединительные фланцы на регуляторе и трубопроводах должны быть хорошо обработаны, не иметь заусенцев и перекосов. В противном случае обтяжка болтов на фланцах может вызвать деформацию корпуса, что приведет к заеданию золотника. При установке регулятора давления на машинах с гидрогрузовым приводом тормоза на трубопроводе, отводящем масло из камеры проточного регулирования, необходимо устанавливать расширитель. Этот трубопровод с расширителем должен проходить ниже уровня патрубка *21*, так как в противном случае нормальная работа регулятора давления невозможна;

6) зависимость давления в тормозном цилиндре от тока управления при увеличении его в катушке от нуля до величины, при которой прекращается увеличение давления, и при уменьшении тока до нуля. Максимальное давление масла в тормозном цилиндре должно быть при токе в катушке 160 ± 20 мА. При этом разность показаний манометров в маслосистеме и тормозном цилиндре не должна превышать 0,03 МПа. Снижение давления в тормозном цилиндре до нуля должно происходить при токе 30 ± 10 мА. Максимальная величина гистерезиса (по снятой характеристике) не должна превышать 0,05 МПа. Настройку регулятора давления на заданные параметры характеристики осуществить регулированием зазоров, указанных в п. 3. Если для оттормаживания машины требуется давление масла значительно меньшее, чем давление в маслосистеме, рекомендуется увеличить эти зазоры сверх рекомендованных в п. 3, с тем, чтобы при токе 160 ± 20 мА в тормозном цилиндре возникало требуемое давление. Это облегчит настройку тормозной системы в целом;

7) число ступеней давления в тормозном цилиндре. Перемещая рукоятку тормоза малыми ступенями в сторону оттормаживания и затормаживания машины проверить число ступеней давления. Работа регулятора считается нормальной, если величина ступеней давления не превышает 0,02—0,025 МПа, а число их в диапазоне 0—1,2 МПа не менее 50. В зоне регулирования тормозного момента (от момента соприкосновения тормозных колодок с ободом до полного затормаживания машины) число ступеней должно быть не менее 10—15.

Причинами уменьшения числа ступеней регулирования давления могут быть:

некачественная притирка золотника и втулки;

пережим корпуса регулятора давления при монтаже;

неправильная регулировка зазоров (см. п. 3);

ватирание якоря *17* о неподвижный магнитопровод;

применение в гидросистеме сорта масла, не соответствующего рекомендациям завода-изготовителя, или загрязненного масла;

низкая температура в здании подъемной установки (по данным завода-изготовителя аппаратура АУГТ пригодна для эксплуатации при плюсовой температуре окружающей среды 10—40 °С и относительной влажности не более 80 %).

В этих случаях необходимо тщательным анализом выявить и устранить причину некачественной работы регулятора давления. При низкой температуре в здании подъемной установки, если не могут быть приняты меры по установлению нормального температурного режима, следует под регулятором давления или около него установить нагреватель.

Регулятор давления РДВГ по принципу действия идентичен регулятору РДУГ, а отличается лишь конструктивным исполнением отдельных деталей.

Ревизию и наладку регулятора давления осуществляют по той же методике, что и регулятора РДУГ, за исключением следующих особенностей:

1) для регулятора РДВГ считается достаточным 25 ступеней регулирования давления в диапазоне 0—1,2 МПа;

2) иное конструктивное исполнение золотника может быть причиной автоколебаний его в переходном режиме (при оттормаживании и затормаживании). В золотнике регулятора РДУГ для связи камеры тормозного цилиндра с подзолотниковой камерой просверлены два отверстия под углом 45° к оси золотника.

В золотнике регулятора РДВГ для этой цели просверлено одно отверстие большего сечения перпендикулярно к оси золотника. Автоколебания золотника, например, при оттормаживании машины могут проявиться, если давление масла в подзолотниковой камере нарастает быстрее, чем в тормозном цилиндре. Тогда происходит преждевременная обратная перестановка золотника (отсечка посту-

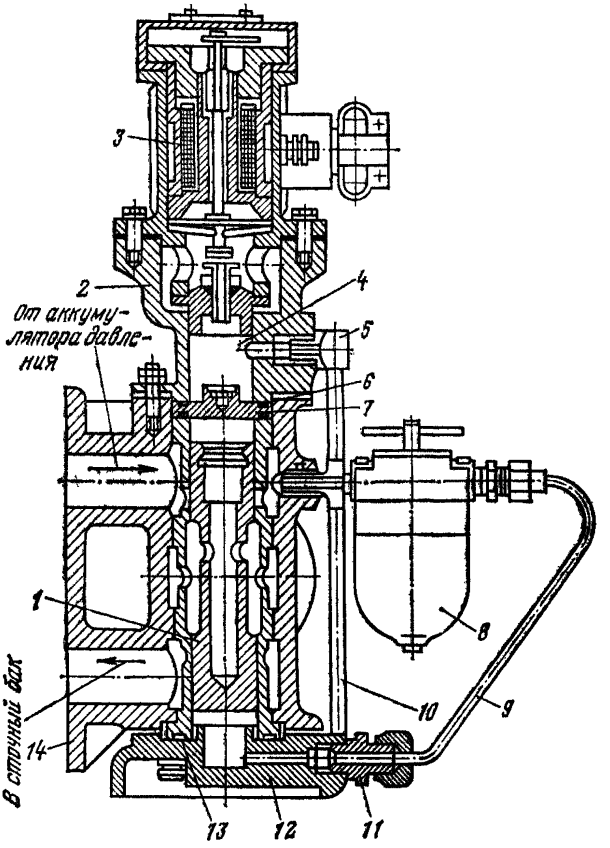



**Рис. 4.82. Взрывобезопасный электрогидравлический регулятор давления ВЭРДГ:**
*1* — золотник; *2* — переходник; *3* — электромагнит; *4* — камера управления; *5, 11* — штуцеры; *6* — уплотняющее кольцо; *7* — шайба; *8* — фильтр; *9, 10* — трубопроводы; *12* — крышка; *13* — втулка; *14* — корпус

пления масла в цилиндр). Затем, по мере выравнивания давлений под золотником и в тормозном цилиндре, золотник вновь опускается, впуская масло в цилиндр и в подзолотниковую камеру. Так повторяется многократно до достижения заданного давления в тормозном цилиндре. Для устранения автоколебаний рекомендуется заглушить имеющееся отверстие в золотнике и просверлить два новых меньшего суммарного сечения.

Регулятор давления ВЭРДГ (рис. 4.82) выпускался специально для установки на машинах с гидрогрузовым приводом тормоза. Расположение присоединительных фланцев регулятора такое, что он может устанавливаться взамен трехходового крана рабочего торможения без каких-либо переделок трубопроводов.

В нижней части корпус закрыт крышкой *12*, имеющей два канала: один для подвода масла в подзолотниковую часть камеры управления через трубопровод *9* и штуцер *11* с калиброванным отверстием диаметром 1,8 мм; другой канал через трубопровод *10* и угловой штуцер *5* соединяет подзолотниковую камеру с верхней частью камеры управления *4*. Камера обратной связи находится над золотником и изолирована от камеры *4* шайбой *7* и уплотнением *6*. Для очистки масла, поступающего в камеру управления, предусмотрен масляный фильтр *8*. В верхней части корпуса на переходнике *2* установлен электромагнит *3*.

Принцип действия и методика ревизии и наладки регулятора ВЭРДГ аналогичны предыдущим регуляторам давления.

### 4.3.10.2. Электропневматические регуляторы давления типов РДУ-1, РДУ-2 и РДВП

Унифицированные регуляторы давления РДУ-1 и РДУ-2 отличаются друг от друга расположением золотника (в РДУ-1 — вертикальное, в РДУ-2 — горизонтальное). Следовательно, они отличаются корпусом золотникового распределителя.

Регулятор РДУ-1 (рис. 4.83) имеет трехфланцевое присоединение к воздушной сети и предназначен для установки в панели тормоза подъемных машин с пружинно-пневматическим приводом тормоза и на площадке управления тормоза модернизированных подъемных машин НКМЗ.

Регулятор РДУ-2 имеет однофланцевое присоединение к воздушной сети и предназначен для установки на немодернизированных подъемных машинах НКМЗ взамен регулятора давления ШРД-1.

В остальном принцип действия и конструкция регуляторов РДУ-1 и РДУ-2 одинаковы.

Сжатый воздух из воздухосборника через соответствующие каналы в корпусе *1*, фильтр *39*, штуцер *40*, трубку *38* и штуцер *36* с калиброванным отверстием диаметром 0,6 или 0,7 мм поступает в камеру управления *30*. Давление воздуха в этой камере регулируется изменением величины расхода воздуха через сопло *7*, дросселируемое заслонкой *9*. Заслонка установлена на штоке *24*, который в сборе с якорем *25* и заслонкой *9* подвешен на плоских пружинах (вверху — на консольной *43*, внизу — на спиральной *26*). При отсутствии тока в катушке электромагнита зазор *Ж* между соплом и заслонкой равен 0,5—0,7 мм. При этом обеспечивается практически нулевое давление воздуха в камере *30*. При увеличении тока в катушке якорь *25*, притягиваясь к магнитопроводу *10*, будет опускать шток с заслонкой. Увеличение тока от нуля до некоторой величины (примерно 30 ± 10 мА) не вызовет увеличения давления в камере *30*. При дальнейшем увеличении тока давление в камере будет увеличиваться примерно в линейной зависимости от величины тока. При величине тока 160 ± 20 мА дальнейшее увеличение давления в камере *30* прекращается, а величина давления установится на 0,02—0,03 МПа меньше, чем в воздухосборнике (поскольку не может быть обеспечена полная герметичность контакта сопла и заслонки).

При отсутствии давления воздуха в камере *30* золотник *5* под воздействием пружины *33* занимает положение, при котором тормозные цилиндры сообщены с атмосферой. При появлении давления в камере *30* золотник под действием этого давления перемещается, сжимая пружину *33*, разобщает полость тормозных цилиндров с атмосферой и сообщает ее с воздухосборником. Сжатый воздух из воздухосборника одновременно поступает в тормозные цилиндры и через каналы обратной связи *32* и *31* — в камеру обратной связи. Поступление воздуха продолжается до тех пор, пока золотник под воздействием суммарного усилия пружины *33* и давления воздуха в камере обратной связи не переместится в нейтральное положение, при котором полость тормозных цилиндров будет разобщена как с воздухосборником, так и с атмосферой. Увеличению тока в катушке электромагнита и, следовательно, увеличению давления в камере *30* будет соответствовать увеличение давления воздуха в тормозных цилиндрах. При уменьшении давления воздуха в камере *30* золотник под воздействием усилия пружины *33* и давления воздуха в камере обратной связи перемещается в сторону камеры *30*, выпуская воздух из тормозных цилиндров и камеры обратной связи в атмосферу.

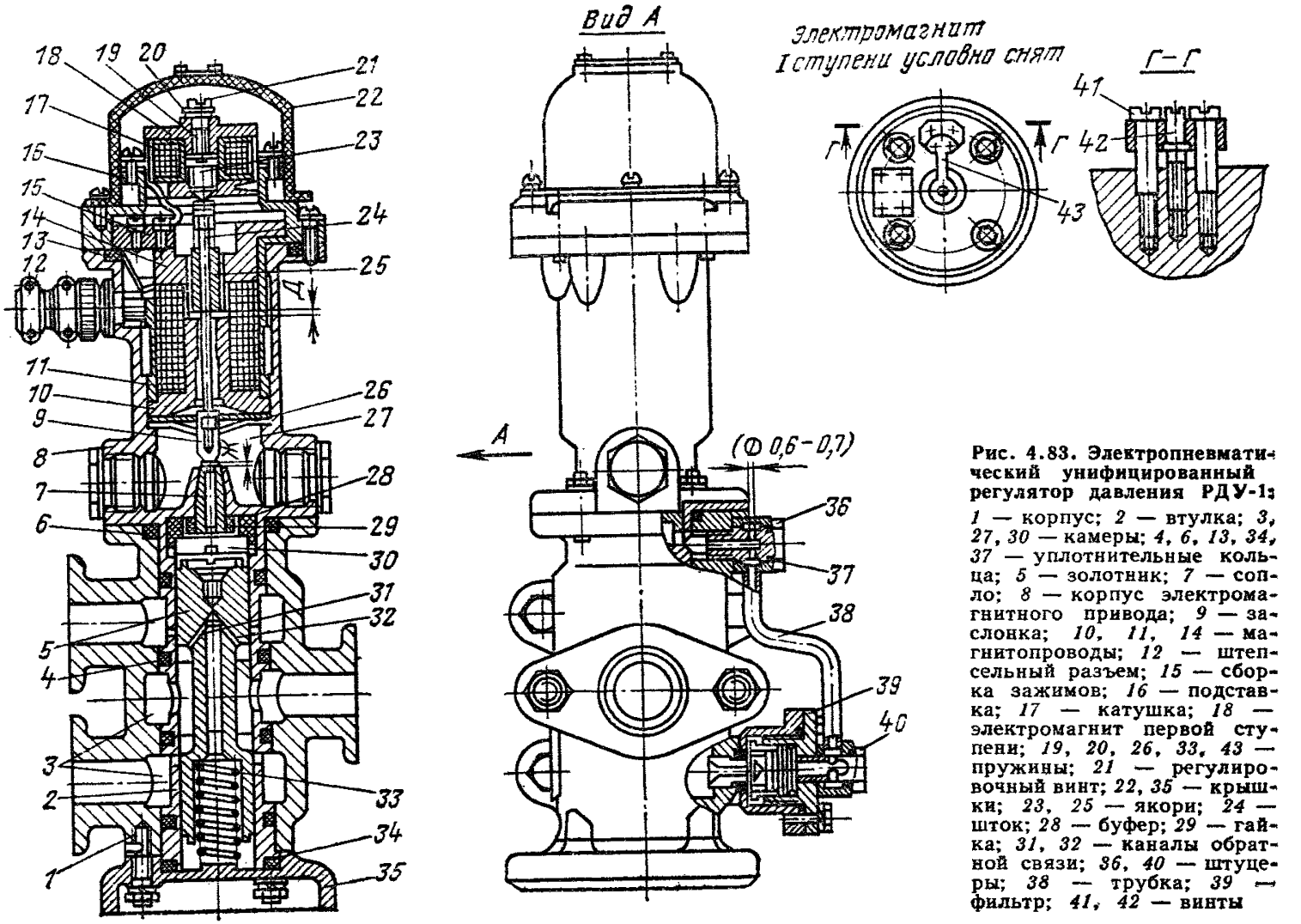



**Рис. 4.83. Электропневматический унифицированный регулятор давления РДУ-1:**

*1* — корпус; *2* — втулка; *3, 27, 30* — камеры; *4, 6, 13, 34, 37* — уплотнительные кольца; *5* — золотник; *7* — сопло; *8* — корпус электромагнитного привода; *9* — заслонка; *10, 11, 14* — магнитопроводы; *12* — штепсельный разъем; *15* — сборка зажимов; *16* — подставка; *17* — катушка; *18* — электромагнит первой ступени; *19, 20, 26, 33, 43* — пружины; *21* — регулировочный винт; *22, 35* — крышки; *23, 25* — якори; *24* — шток; *28* — буфер; *29* — гайка; *31, 32* — каналы обратной связи; *36, 40* — штуцеры; *38* — трубка; *39* — фильтр; *41, 42* — винты

Выпуск воздуха продолжается до тех пор, пока давление в камере обратной связи не снизится настолько, что под воздействием давления в камере *30* золотник вернется в нейтральное положение. Для предохранения от ударов золотника по соплу при резком сбросе давления в камере *30* в регуляторах РДУ-1 предусмотрен резиновый буфер *28*.

Таким образом, каждой величине тока в катушке электромагнита будет соответствовать определенная величина давления воздуха в тормозных цилиндрах. Однако эта зависимость не является полностью однозначной, что обусловлено, с одной стороны, гистерезисом регулятора давления, с другой стороны, колебаниями давления воздуха в воздухосборнике. Гистерезис регулятора давления связан с необходимостью иметь определенное перекрытие внутренними торцами золотника камер воздухосборника и атмосферы, т. е. ход золотника в зоне этих перекрытий не вызывает изменения давления в тормозных цилиндрах. Изменение давления в воздухосборнике оказывает влияние на работу регулятора давления в связи с изменением скорости протекания воздушной струи через калиброванное отверстие штуцера *36*. Однако это влияние в зоне регулирования давления от нуля до величины, несколько меньшей нижнего предела давления в воздухосборнике, невелико. Так, например, если при давлении в воздухосборнике 0,43 МПа установить в тормозных цилиндрах какую-либо промежуточную величину давления в пределах от 0 до 0,41 МПа, затем, не меняя ток в катушке регулятора, увеличить давление в воздухосборнике до 0,63 МПа, то в тормозных цилиндрах давление увеличится на 0,02—0,05 МПа. Однако выше этой зоны регулирования приращению давления в воздухосборнике будет соответствовать такое же или почти такое же приращение давления в тормозных цилиндрах. Сказанное поясняется статическими характеристиками регулятора давления РДУ-1, приведенными на рис. 4.84, снятыми на испытательном стенде завода «Красный металлист»; если требуемое максимальное давление воздуха в тормозных цилиндрах равно 0,4 МПа, то с достаточной стабильностью такое давление может быть получено при токе, равном 155 мА, а нижний предел давления в воздухосборнике должен быть не менее 0,42—0,45 МПа. Если же систему управления рабочим торможением настроить на бо́льшую величину тока в катушке регулятора, то при верхнем пределе давления в воздухосборнике в тормозных цилиндрах будет значительный избыток давления, что нежелательно. У машин с пружинно-пневматическим приводом тормоза это приведет к увеличению продолжительности холостого хода тормоза, а у машин НКМЗ—к чрезмерной величине момента рабочего тормоза. Электромагнит *18* предназначен для создания первой ступени предохранительного торможения подъемных машин НКМЗ. При включенном электромагните катушка *17* обтекается током, якорь *23* притянут, пружина *19* сжата. Поэтому якорь *25* и шток *24* свободно перемещаются, т. е. возможно нормальное регулирование давления в тормозных цилиндрах рабочего торможения. При предохранительном торможении катушка *17* обесточивается, якорь *23* под действием пружины *19* через шток *24* воздействует на заслонку *9*. В цилиндрах рабочего торможения возникает давление первой ступени торможения, величина которого регулируется степенью зажатия пружины *19* винтом *21*. Для предупреждения самопроизвольного отвинчивания винта предусмотрена пружина *20*.

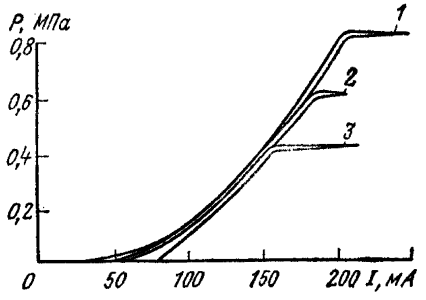



**Рис. 4.84. Статические характеристики регулятора РДУ-1 при давлении в пневмосети:**

*1* — 0,82 МПа (8,1 кгс/см²); *2* — 0,63 МПа (6,2 кгс/см²); *3* — 0,43 МПа (4,2 кгс/см²)

При ревизии и наладке регулятора давления РДУ-1 и РДУ-2 необходимо проверить:

1) состояние золотника и втулки. Снять электромагнитный привод *8* и крышку *35*. Осторожно пальцем вытолкнуть золотник *5* из втулки на 40—50 мм и извлечь его. В случае заклинивания золотника во втулке необходимо деревян-

ным предметом легким постукиванием по золотнику расшатать его из стороны в сторону, а затем осторожно, не вызывая перекоса, вынуть из втулки. Золотник и втулку промыть в керосине, соляровом или трансформаторном масле и просушить. Если регулятор давления устанавливается впервые после получения с завода, необходимо перед промывкой удалить смазку консервации с золотника *5* и внутренней полости втулки *2* чистой тканью, не оставляющей ворса. Осмотреть рабочие поверхности золотника и втулки, на которых не допускается никаких дефектов.

После просушки смазать золотник и втулку индустриальным маслом И-30А и собрать регулятор без установки электромагнитного привода. При сборке золотник должен плавно, без заеданий и без особого нажатия под действием собственного веса перемещаться во втулке. Одновременно следует золотник проворачивать во втулке, убедиться, что нет перекосов и заеданий золотника во всех положениях.

Плотная посадка золотника во втулке вызывает ступенчатость изменения давления. В таких случаях требуется дополнительная совместная притирка золотника и втулки. Слабая посадка золотника во втулке вызывает большие утечки воздуха. Устранить такой дефект можно только совместной заменой золотника и втулки. Менять один только золотник или втулку запрещается, так как они притираются только попарно.

Вынимать втулку *2* из корпуса без надобности не рекомендуется во избежание повреждения резиновых уплотнительных колец *4*. Лишь в случаях, когда до вскрытия регулятора давления были обнаружены утечки воздуха, следует вынуть втулку и осмотреть уплотнительные кольца. При необходимости сменить их;

2) подачу воздуха в камеру управления. Полностью разобрать систему подачи воздуха в камеру управления и промыть ее. Осмотреть состояние фильтра, очистить его сетки. При необходимости сменить сетки фильтра либо фильтр в целом, после чего вновь собрать систему;

3) состояние электромагнитного привода (внешним осмотром). Разборку привода следует производить лишь в случаях необходимости регулировки зазоров *Д* и *Ж* (см. рис. 4.83) и в объеме, необходимом для проверки и регулировки этих зазоров. Полная разборка электромагнитного привода без особой необходимости не рекомендуется. У новых регуляторов удалить пробки из штуцеров. Проверку и регулировку зазоров *Д* и *Ж* необходимо производить для новых регуляторов, а для находящихся в эксплуатации — лишь при выявлении каких-либо ненормальностей при снятии характеристики.

Для проверки зазора *Д* необходимо снять подставку *16* с электромагнитом *18* и опустить сопло *7* на два-три оборота. Нажать пальцем на верхний конец штока *24* и проверить величину его хода (например, с помощью стрелочного индикатора), которая должна быть равна 1,8—2,0 мм. Зазор *Д* отрегулировать поднятием или опусканием плоской пружины *43* с помощью винтов *41* и *42*.

Затем установить на место подставку с электромагнитом, ввернуть сопло, контролируя щупами зазор *Ж* между соплом и заслонкой *9*. Этот зазор должен быть равен 0,5—0,7 мм. После установки требуемого зазора застопорить сопло гайкой *29* и установить электромагнитную головку на место;

4) величину сопротивления изоляции обмоток, которое должно быть не менее 0,5 МОм;

5) правильность установки регулятора давления и соединения его с фланцами трубопроводов. Регулятор давления должен быть установлен строго по вертикали. Присоединительные фланцы на регуляторе и трубопроводах должны быть хорошо обработаны, не иметь заусенцев и перекосов. В противном случае обтяжка болтов на фланцах может вызвать деформацию корпуса, что приведет к заеданию золотника;

6) отсутствие утечек воздуха после установки регулятора давления на место и подачи сжатого воздуха. Для лучшего прослушивания утечек рекомендуется отсоединить от регулятора давления трубопровод, идущий к глушителю. Включить или снять электромагнит первой ступени, а в катушке рабочего торможения установить минимальный ток либо отключить ее. Если при этом давление в тормозных цилиндрах равно нулю, а через выхлопное отверстие регулятора не про-

слушивается выход воздуха, то из нагнетательного трубопровода в цилиндр утечки воздуха нет.

Затем установить в катушке рабочего тормоза ток 160—180 мА. Давление воздуха в цилиндрах должно стать на 0,02—0,03 МПа меньше давления в воздухосборнике. При этом не должно быть утечки из выхлопного отверстия регулятора и соединений между деталями фильтра, трубки, штуцеров и корпуса. При отсутствии утечки из выхлопного отверстия регулятора (перетечки воздуха из цилиндра на выхлоп) подсоединить выхлопной трубопровод к регулятору давления.

Если утечек не обнаружено, а давление в цилиндре меньше, чем в воздухосборнике, на величину более 0,03 МПа, следует установить резиновую прокладку между соплом и заслонкой и пальцем плотно прижать заслонку к соплу. Если давление в цилиндре возрастает до максимального, то это значит, что воздух пропускает заслонка, т. е. имеет место некачественная притирка сопла и заслонки. В этих случаях следует притереть сопло и заслонку либо заменить их. Положительный эффект может дать также замена штуцера *40* с диаметром отверстия 0,6 мм штуцером с диаметром отверстия 0,7 мм. Однако, если максимальное требуемое давление воздуха в тормозных цилиндрах менее 0,35 МПа, притирку сопла и заслонки можно не производить.

Если при проверке резиновой прокладкой давление в цилиндре не возрастает до максимального, имеет место перетечка воздуха между камерами (проточного регулирования и выхлопа или цилиндра и выхлопа) и требуется выпрессовка втулки из корпуса и замена уплотнительных колец. Одновременно проверить отсутствие раковин в корпусе и втулке, по которым возможна перетечка воздуха в обход уплотнительных колец.

Причиной перетечки воздуха между камерами может быть также большой зазор между золотником и втулкой (более 0,02 мм). В таких случаях необходим ремонт регулятора давления в заводских условиях.

Кроме описанного способа, величину утечек можно оценить следующим образом. Рукоятку сельсина установить в положение, соответствующее давлению в цилиндре 0,3—0,4 МПа, и проверить показание манометра. Неподвижная стрелка манометра в течение 10—12 с свидетельствует об отсутствии утечек. Если стрелка совершает медленные колебательные движения, причем быстро движется в сторону возрастания давления и медленно — в сторону снижения, это свидетельствует о наличии утечек между камерами регулятора, связанными с цилиндром и глушителем. Если стрелка быстро движется в сторону снижения давления и медленно — в сторону возрастания, это свидетельствует о наличии натекания воздуха из камеры, связанной с воздухосборником, в камеру, связанную с цилиндром. Ориентировочным критерием для оценки величины утечек воздуха является период одного колебания стрелки манометра. Если период колебания более 10—12 с, утечки (натекания) считаются незначительными. Затем снять характеристики регулятора давления (зависимость давления в тормозном цилиндре от тока управления) при увеличении тока в катушке от нуля до величины, при которой прекращается увеличение давления, и при уменьшении тока до нуля. Должно быть снято две характеристики: при нижнем и верхнем пределах давления, установленного в воздухосборнике. При снятии характеристик для исключения влияния на точность измерений электромагнита первой ступени его следует включить, а при пружинно-пневматическом приводе тормоза, где этот электромагнит не используется, желательно демонтировать.

При правильно настроенных зазорах *Д* и *Ж* характеристики должны принять вид, близкий к изображенным на рис. 4.84. Возможные отклонения характеристик объясняются различием магнитных свойств магнитопроводов и различной жесткостью пружин *43* и *26*.

Если при токе 30 ± 10 мА давление воздуха в тормозных цилиндрах больше нуля, необходимо увеличить зазор *Ж* до 0,6—0,8 мм, приподняв пружину *43* винтами *41* и *42*. Наоборот, если нулевое давление в тормозных цилиндрах получается при большой величине тока, рекомендуется уменьшить зазор *Ж* до 0,4—0,55 мм;

7) число устойчивых ступеней регулирования давления, перемещая рукоятку тормоза малыми ступенями в сторону увеличения тока от 30 ± 10 до 160 ± ± 20 мА, затем — в обратную сторону. Количество устойчивых ступеней регу-

лирования должно быть не менее 50 как на увеличение, так и на уменьшение давления в цилиндрах.

Причинами скачкообразного изменения давления при плавном перемещении рукоятки управления, малого количества устойчивых ступеней регулирования давления могут быть:

некачественная притирка золотника и втулки;

пережим корпуса регулятора давления при монтаже;

неправильная регулировка зазоров *Д* и *Ж*;

затирание якоря *25* о неподвижный магнитопровод;

неправильный режим смазки (применение загрязненного масла или несоответствующего рекомендации завода-изготовителя сорта, неправильно отрегулированное количество поступающего масла);

низкая температура в здании подъемной установки (по данным завода-изготовителя комплект аппаратуры КУПТ пригоден для эксплуатации при температуре окружающей среды от +15 до +40 °С и относительной влажности до 75 % при защищенном и до 98 % при взрывобезопасном исполнении).

При некачественной работе регулятора давления необходимо тщательным анализом выявить и устранить причину, либо заменить регулятор давления. Допускается замена только электромагнитного привода или только золотникового распределителя в сборе. При низкой температуре в здании подъемной установки, если не могут быть приняты меры по установлению нормального температурного режима, следует под регулятором давления или около него установить нагреватель.

Проверить характер изменения давления при резком изменении тока управления в катушке электромагнита рабочего торможения от нуля до максимальной величины и обратно, от максимальной величины до промежуточной, соответствующей давлению 0,2—0,3 МПа. При этом не должно быть явлений вибрационного характера и явлений перерегулирования, т. е. когда при резком увеличении тока от нуля до величины, соответствующей давлению 0,2—0,3 МПа, вначале устанавливается давление выше заданного, затем происходит сброс излишнего давления в атмосферу, и наоборот, когда при резком уменьшении тока вначале устанавливается давление ниже заданной величины, затем повышается до заданного.

Явления вибрации и перерегулирования связаны с неправильным выбором суммарного сечения каналов и *32* в золотнике (см. рис. 4.83) не соответствующего объему тормозных цилиндров и сопротивления трубопровода между регулятором давления и цилиндром. Могут иметь место два случая:

сечение каналов в золотнике слишком велико;

сечение каналов слишком мало.

В первом случае при увеличении тока в катушке регулятора в камере обратной связи давление возрастает значительно быстрее, чем в тормозных цилиндрах. Происходит преждевременная обратная перестановка золотника в нейтральное положение. Затем, поскольку прекращается приток воздуха из воздухосборника, выравнивается давление между камерой обратной связи и цилиндрами, золотник под действием давления со стороны камеры проточного регулирования вновь перемещается на впуск воздуха в тормозные цилиндры и вновь происходит преждевременная обратная перестановка золотника. Так повторяется многократно до достижения заданного давления в тормозных цилиндрах. Аналогичные явления происходят при снижении давления, но в этом случае они проявляются в меньшей мере. В таких случаях для устранения вибрации необходимо заглушить один из каналов или *32*. Если этого окажется недостаточно, необходимо заглушить и второй канал и просверлить новый диаметром 1,0—1,2 мм. В некоторых случаях для устранения вибрации достаточным оказывается увеличить поступление масла в регулятор давления.

Во втором случае при увеличении тока в катушке регулятора в тормозных цилиндрах давление нарастает быстрее, чем в камере обратной связи. Обратная перестановка золотника в нейтральное положение происходит с запаздыванием. Однако после перестановки золотника в нейтральное положение давление в камере обратной связи продолжает возрастать за счет поступления воздуха из камеры тормозных цилиндров. При этом золотник переместится в сторону ка-

меры проточного регулирования и выпустит часть воздуха из тормозных цилиндров. Аналогичные явления могут происходить и при снижении давления. При определенных условиях этот процесс может принять характер незатухающих колебаний. Особенно часто незатухающие колебания проявляются при работе регулятора на малый объем — при пружинно-пневматическом приводе тормоза в случае отключения электромагнитных клапанов, расположенных между регулятором давления и тормозными цилиндрами. При возникновении явления перерегулирования или незатухающих колебаний следует увеличить суммарное сечение каналов и *32* в золотнике, просверлив дополнительное отверстие или увеличив диаметр имеющихся отверстий. Если при пружинно-пневматическом приводе тормоза незатухающие колебания появляются только при отключении электромагнитных клапанов, то это не следует считать дефектом регулятора давления. В таких случаях схемой управления должно предусматриваться отключение катушки регулятора давления одновременно с отключением электромагнитных клапанов;

8) работу электромагнита первой ступени, если регулятор давления предназначен для установки на подъемной машине НКМЗ. Для этого электромагнит первой ступени необходимо снять, затем несколько раз включить и выключить его. Якорь *23* (см. рис. 4.83) должен притягиваться, сжимая пружину *19*, и выталкиваться ею четко, без заеданий.

Убедившись в четкости срабатывания электромагнита, установить его на свое место и при обесточенной обмотке освободить пружину *19* регулировочным винтом *21*. В катушке электромагнита рабочего торможения установить ток, равный 30 ± 10 мА. При этом давление в цилиндрах должно равняться нулю. Если давление в цилиндрах будет отличаться от нуля, то следует снять электромагнит с подставки *16* и подложить латунную прокладку между подставкой и электромагнитом *18*, после чего установить его на место (при необходимости подложить две или больше таких прокладок).

Ввинчивая винт *21*, проверить изменение давления первой ступени. Оно должно повышаться плавно, по мере ввинчивания винта, от нуля до максимальной величины и при вывинчивании плавно уменьшаться от максимальной величины до нуля. Далее установить расчетное для данной установки давление первой ступени и включить питание обмотки электромагнита. Давление в цилиндрах должно исчезнуть. Несколько раз включить и отключить электромагнит первой ступени. При каждом отключении электромагнита в цилиндрах должно появиться ранее установленное давление. Затем включить электромагнит первой ступени, рукояткой рабочего торможения последовательно установить давление в цилиндрах 0,15; 0,2; 0,3; 0,4 МПа и после каждой установки давления одновременно отключить обе катушки регулятора давления. Во всех случаях после отключения давление первой ступени должно быть равно первоначально установленному с точностью +0,05 МПа. Регулятор давления РДВП отличается от РДУ-1 взрывобезопасным исполнением электромагнита управления. Электромагнит первой ступени отсутствует. Конструктивно электромагнит управления аналогичен регулятору РДУГ (см. рис. 4.81). Объем и методика работ по ревизии и наладке регулятора РДВП аналогичны регулятору РДУ-1 (за исключением наладки электромагнита первой ступени).

### 4.3.10.3. Электропневматические регуляторы давления типа РДБВ и РДБГ

Регуляторы давления РДБВ и РДБГ (рис. 4.85) отличаются друг от друга расположением золотника (в РДБВ — вертикальное, в РДБГ — горизонтальное) и способом присоединения к пневмосети.

Регулятор РДБВ по способу присоединения к пневмосети и назначению аналогичен регулятору РДУ-1, а РДБГ — регулятору РДУ-2.

Принцип работы регуляторов РДБВ и РДБГ такой же, как регуляторов РДУ-1 и РДУ-2.

Основные конструктивные отличия регуляторов РДБВ и РДБГ от регуляторов РДУ-1 и РДУ-2 следующие:

1. Канал обратной связи в золотнике *5* имеет одно отверстие, просверленное перпендикулярно к оси золотника, в то время как в регуляторах РДУ-1 и РДУ-2 — два отверстия, просверленных под углом 45° к оси золотника. Поэтому

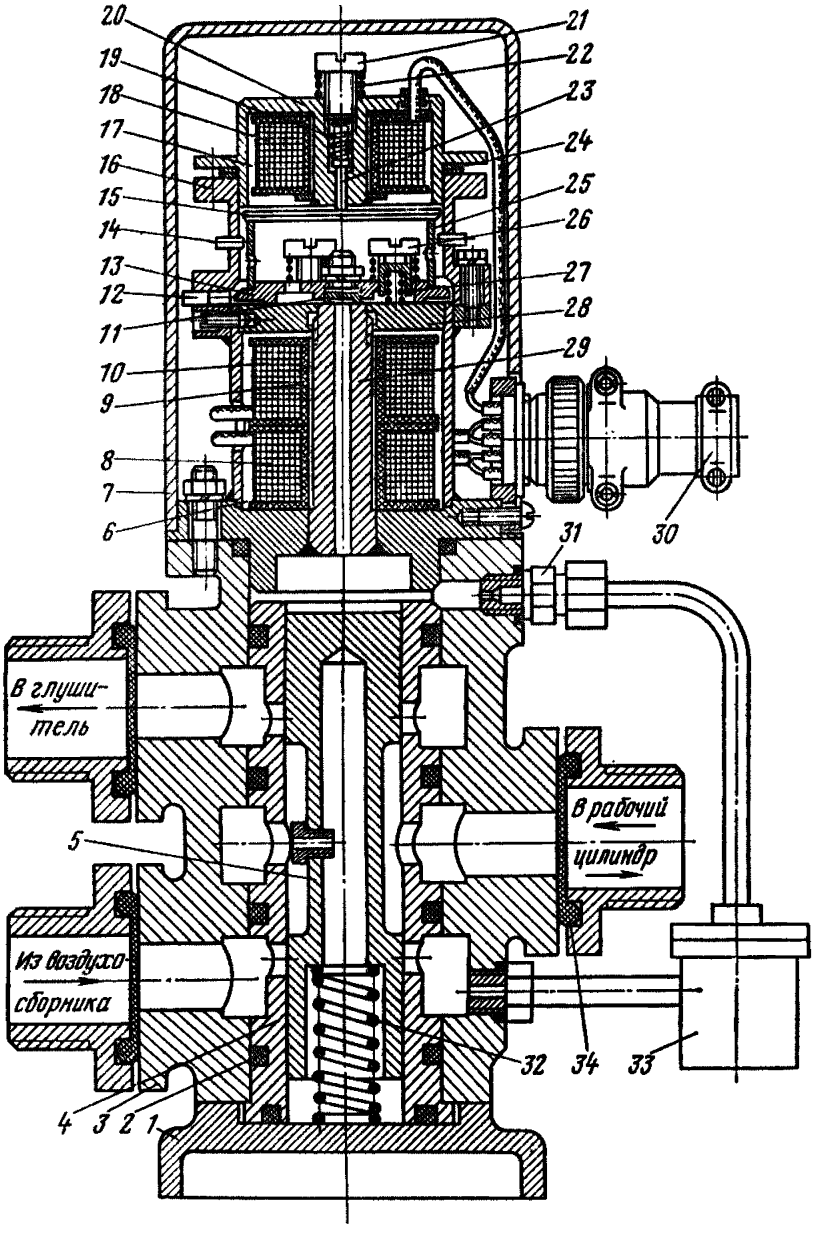



**Рис. 4.85. Электропневматический регулятор давления РДБВ:**

*1* — крышка; *2* — уплотнительное кольцо; *3* — корпус; *4* — втулка; *5* — золотник; *6* — электромагнит рабочего торможения; *7* — кожух; *8, 10, 18* — обмотки управления; *9* — каркас; *11* — заслонка; *12, 14, 34* — заглушки; *13, 15* — якори; *16* — подставка; *17* — электромагнит первой ступени; *19, 22, 27, 32* — пружины; *20, 29* — магнитопроводы; *21, 26* — регулировочные винты; *23* — упор (толкатель); *24* — прокладки; *25* — втулка; *28* — немагнитная втулка; *30* — штепсельный разъем; *31* — штуцер; *33* — фильтр

регуляторы РДБВ и РДБГ имеют повышенную склонность к автоколебаниям по сравнению с регуляторами РДУ-1 и РДУ-2.

2. Менее удачная конструкция фильтра и уплотнений системы подачи воздуха в камеру проточного регулирования.

3. Электромагнит рабочего торможения имеет две обмотки управления *8* и *10*, что позволяет использовать одну обмотку для ручного управления, вторую — для автоматического.

4. Якорь *13* электромагнита рабочего торможения опирается тремя витыми пружинами *27* на плоскую поверхность немагнитной втулки *28* электромагнита. Большая поверхность соприкосновения якоря с электромагнитом требует более тщательной их совместной притирки. Масло, выносимое воздухом из камеры проточного регулирования, скапливается на поверхности электромагнита, что ухудшает работу регулятора давления.

5. Электромагнит первой ступени предохранительного торможения выполнен с плоским якорем в отличие от плунжерного якоря в регуляторах РДУ-1 и РДУ-2. Это не позволяет получить высокую стабильность давления первой ступени предохранительного торможения.

Ревизию и наладку регуляторов давления РДБВ и РДБГ производят теми же способами, что и регуляторов РДУ-1 и РДУ-2, за исключением особенностей, связанных с их конструктивным исполнением:

1. Зазор между заслонкой *11* и магнитопроводом *29* при отсутствии тока в обмотках *8* и *10* электромагнита рабочего торможения (или небольшой его величине, примерно до 40 мА) должен быть в пределах 0,5 ± 0,1 мм. Зазор измерить щупами. Учитывая, что заслонка *11* установлена заподлицо с кольцевым пояском якоря *13*, зазор можно проверять по кругу между этим пояском и плоской поверхностью. В некоторых случаях заслонка оказывается установленной не заподлицо с кольцевым пояском якоря. Для проверки правильности установки заслонки следует с якоря снять пружины и притереть якорь с заслонкой на притирочной доске, затем проверить зеркало притирки. Если заслонка утоплена, то регулятор не может создать полного давления в тормозных цилиндрах при максимальном токе управления. В этих случаях необходимо продолжить притирку якоря с заслонкой. Притирка якоря и заслонки не обязательна, если максимальная требуемая величина давления в тормозных цилиндрах не превышает 0,35 МПа.

Регулировку зазора произвести изменением положения пружин *27*. Одновременно необходимо проверить равномерность жесткости пружин *27*. Для этого следует пальцем придавить якорь *13* по центру к плоской поверхности. Перемещение якоря должно быть поступательным, без перекосов. Если в процессе проверки обнаружится одностороннее прилегание, необходимо изменить затяжку той или иной пружины.

2. Для регуляторов РДБВ и РДБГ достаточным считается 25 устойчивых ступеней давления.

3. Если наблюдается самопроизвольное отвинчивание немагнитной втулки *28*, установить ее на место и зафиксировать стопорным винтом.

Иногда возникает необходимость совместной притирки втулки *28* и магнитопровода *29* на притирочной доске.

## 4.3.11. Электроклапанные устройства

### 4.3.11.1. Устройство предохранительного торможения взрывобезопасное УПТВ

Устройство УПТВ предназначено для управления предохранительным торможением машин с пружинно-гидравлическим приводом тормоза.

*Техническая характеристика УПТВ*

| | |
|---|---|
| Максимальное давление масла, МПа (кгс/см²) | 1,2 (12) |
| Напряжение питания обмотки управления, В | 24 |
| Величина постоянного тока устройства УПТВ, мА | 160 |
| Давление включения УПТВ, МПа (кгс/см²) | 0,5 (5) |

| | |
|---|---|
| Время сброса давления от 1,2 МПа (12 кгс/см²) до нуля с момента подачи сигнала, с | 0,84 |
| Омическое сопротивление обмотки электромагнита, Ом | 110±5 |
| Исполнение | Рудничное взрывобезопасное РВ |

Принцип действия УПТВ основан на использовании золотникового гидроусилителя, имеющего два входных и два выходных канала. УПТВ немодернизированной станции управления показано на рис. 4.86. Внутри корпуса *2* установлена втулка *3* с отверстиями и буртиками. При помощи уплотнительных колец между стенками корпуса и втулкой образуются четыре герметичные камеры, сообщающиеся между собой только через отверстия втулки. Затвором от-

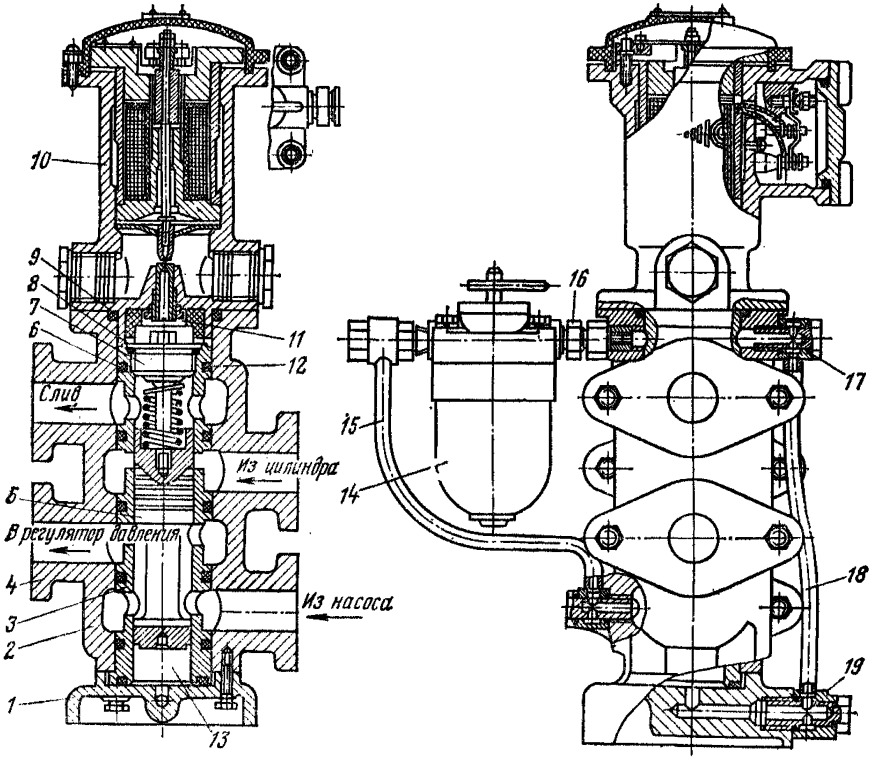



**Рис. 4.86. Устройство предохранительного торможения УПТВ:**
*1* — крышка; *2* — корпус; *3* — втулка; *4* — фланец; *5* — золотник; *6* — пружины; *7* — упор; *8* — уплотнение; *9*, *12* — уплотнительные кольца; *10* — электромагнитный привод; *11*, *13* — проточные камеры управления; *14* — фильтр; *15*, *18* — трубки; *16*, *17*, *19* — штуцеры

верстий во втулке является золотник *5*, т. е. сообщение между камерами возможно только при соответствующем положении золотника.

В верхней части корпуса имеется проточная камера управления *11*, соединяющаяся с источником давления через трубку *15*, фильтр *14* и штуцер *16* с калиброванным отверстием диаметром 1,2 мм и с подзолотниковой камерой *13* через трубку *18* и штуцеры *17* и *19*. Корпус соединен трубопроводами с источником давления, регулятором давления, сливным баком и тормозными цилиндрами.

Выход рабочей жидкости из проточной камеры *11* в сливной бак возможен только через сопло, которое может быть перекрыто заслонкой, жестко связанной с якорем электромагнита. Конструкция электромагнитного привода *10* заимствована из конструкции регулятора РДУГ (см. 4.3.10.1).

При подаче напряжения на катушку электромагнита якорь притягивается и заслонкой перекрывает сопло. Давление в камере *11* резко повышается и становится равным (или немного меньшим) давлению в подводящем трубопроводе, так как выход жидкости из камеры прекратится. Такое же давление возникает и в подзолотниковой проточной камере управления *13*. На золотник будет действовать сила, направленная снизу вверх и достаточная для сжатия пружин *6* (установлены две пружины с разносторонней навивкой одна внутри другой) и перемещения золотника *5* в верхнее положение. При таком положении золотника устройство УПТВ заряжено. Регулятор давления соединен с источником давления, а тормозной цилиндр разобщен со сливным баком, так как их камеры разъединены золотником.

При снятии напряжения с катушки электромагнита сопло откроется и давление в камерах *11* и *13* снизится до нуля, так как сечение выходного отверстия сопла диаметром 3,6 мм значительно превышает сечение входного (калиброванного) отверстия диаметром 1,2 мм.

Сжатые пружины *6* переместят золотник *5* вниз, соединяя при этом тормозной цилиндр со сливным баком и одновременно разъединяя источник давления с регулятором давления и, следовательно, с тормозным цилиндром.

При ревизии и наладке УПТВ необходимо проверить:

1) состояние деталей. Снять электромагнит *10*, вынуть упор *7*, пружины *6* и золотник *5*. Особое внимание обратить на состояние рабочих поверхностей втулки и золотника, на которых не должно быть никаких дефектов. Если УПТВ устанавливается впервые после получения с завода, необходимо удалить смазку консервации промывкой всех деталей в керосине, соляровом или трансформаторном масле;

2) плавность перемещения золотника во втулке. Смазанный золотник должен под действием собственного веса плавно опуститься в нижнее положение,

3) состояние электромагнита *10*, произвести его ревизию и наладку в соответствии с объемом и нормами, изложенными в 4.3.10.1 для регулятора давления РДУГ;

4) величину сопротивления изоляции обмотки, которое должно быть не менее 0,5 МОм.

После сборки УПТВ испытать его пятикратным включением и отключением. Срабатывание (зарядка и сброс давления) должно быть четким, без задержек.

Наладку УПТВ модернизированной станции управления производят в том же объеме.

### 4.3.11.2. Электромагнитные клапаны завода им. ЛКУ

Электромагнитные клапаны завода им. ЛКУ применяются на подъемных машинах с пружинно-пневматическим приводом тормоза для управления предохранительным торможением, рабочим торможением (при стопорении) и механизмом перестановки барабанов. Клапаны выпускаются нормального и взрывозащищенного исполнения. Одна из конструкций клапана нормального исполнения изображена на рис. 4.87. Электромагнитный клапан состоит из двухходового клапана и электропневматического привода.

Двухходовой клапан состоит из следующих основных деталей: корпуса *16* с запрессованной в него бронзовой втулкой *11*, клапанов *5*, штока *7*, поршня *4*, пружины *9*, крышки *10*. Клапаны на штоке закреплены корончатой гайкой *8* со шплинтом и стопорной шайбой *12*. Герметичность клапана обеспечивается уплотнительными резиновыми кольцами *6*.

Электропневматический привод состоит из диафрагмы *3*, корпуса пневмоусилителя *2* с запрессованной бронзовой втулкой *15* и золотника *13*. К корпусу пневмоусилителя прикреплен электромагнит *1*, якорь которого посредством толкателя *14*, шпилек и валика соединен с золотником. Электромагнит имеет ход якоря 25 мм, но конструкция толкателя обеспечивает ход золотника, равный 14 мм.

При подаче напряжения на катушку электромагнита якорь его втягивается и толкателем перемещает управляющий золотник в верхнее положение. В этом случае золотник соединяет внутреннюю полость пневмоусилителя с воздухо-

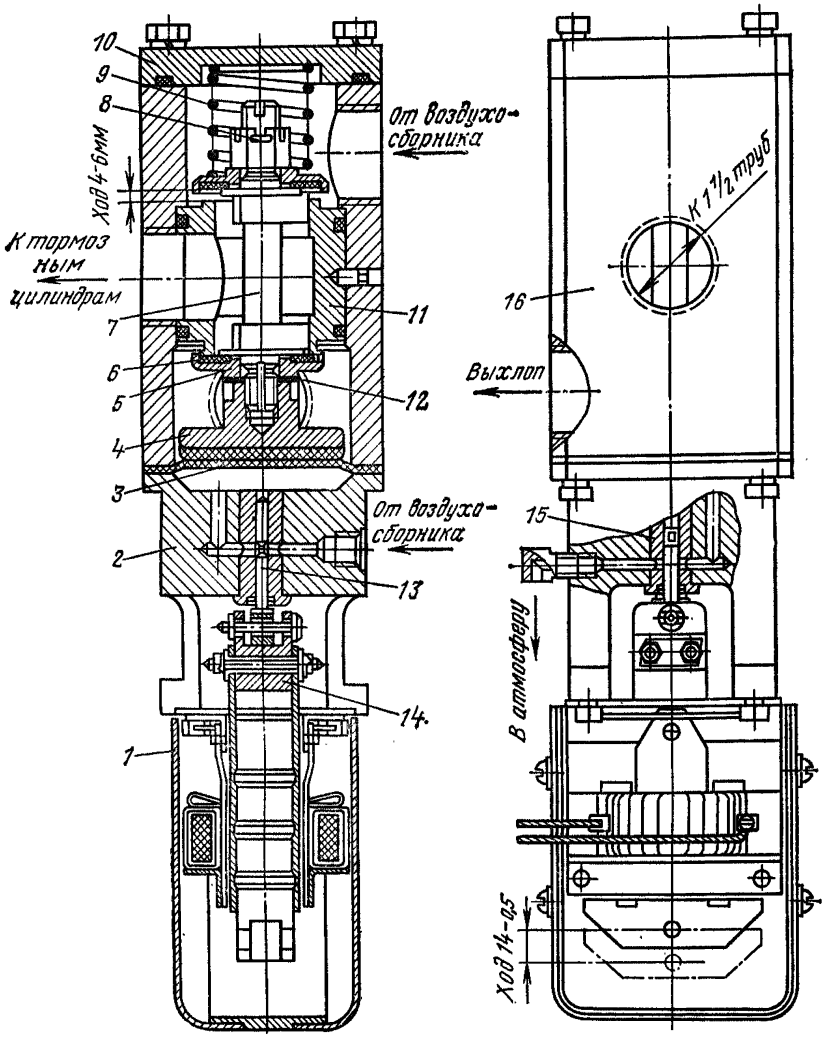



**Рис. 4.87. Электромагнитный клапан завода им. ЛКУ**

сборником. Сжатый воздух прогибает диафрагму *3* и перемещает вверх поршень *4* в сборе со штоком и клапанами.

При этом открывается проход сжатому воздуху из воздухосборника в цилиндры и закрывается выход в атмосферу.

При снятии напряжения с катушки электромагнита якорь его опускается и перемещает управляющий золотник *13*, который отсекает внутреннюю полость пневмоусилителя от воздухосборника и соединяет ее с атмосферой. Шток с кла-

панами под действием сжатой пружины *9* и давления воздуха перемещается вниз, соединяя цилиндры через выхлопные устройства с атмосферой.

При ревизии и наладке электромагнитного клапана необходимо проверить:

1) состояние деталей. Снять крышку *10* и пневмоусилитель *2* с электромагнитом *1*. Снять диафрагму *3*. Обратить внимание на маркировку деталей, если маркировки нет, ее следует нанести.

Расшплинтовать и отвинтить корончатую гайку *8*. Снять верхний клапан, а шток *7* с нижним клапаном *5* и поршень *4* вынуть из корпуса. Снять электромагнит и вынуть золотник *13*.

Особое внимание обратить на состояние диафрагмы и уплотнительных колец клапанов, при необходимости заменить новыми.

Заусенцы и острые кромки корпуса *16* и пневмоусилителя *2* в местах соприкосновения с диафрагмой необходимо убрать, а места соприкосновения хорошо зачистить.

После осмотра, промывки и смазки деталей установить на место шток с клапаном и поршнем, верхний клапан и корончатую гайку. Проверить ход штока, который должен быть в пределах 4—7,5 мм;

2) величину хода золотника *13* и якоря электромагнита, который должен быть равен 14 мм. Обеспечить при включенном электромагните зазор 1—2 мм между нижним торцом втулки *15* и галтелью управляющего золотника *13*. Этот зазор регулируется прокладками между корпусом пневмоусилителя *2* и электромагнитом *1*.

Собрать клапан, учитывая маркировку деталей. При сборке обратить внимание на стопорение и шплинтовку резьбовых соединений. Диафрагму *3* следует установить в положение, изображенное на рис. 4.87 (выпуклой частью вверх).

После сборки необходимо проверить работу клапана многократными включениями и отключениями его. При включении электромагнита не должно быть гудения и вибрации его деталей. Если они есть, необходимо отсоединить якорь электромагнита от ярма, зачистить места их соединения наждачной бумагой от лака, грязи и ржавчины, устранить перекосы электромагнита в вертикальной и горизонтальной плоскостях, устранить зазор между якорем электромагнита и сердечником ярма.

Если при опробовании будет хотя бы один случай отказа или нечеткого отпадания электромагнита, необходимо вновь вынуть золотник *13* и осмотреть рабочие поверхности золотника и втулки. На них не должно быть царапин, заусенцев и других дефектов. Проверить с помощью линейки отсутствие искривления золотника. Обнаруженные дефекты устранить, при необходимости притереть золотник во втулке. Перед сборкой смазать золотник. Золотник должен легко перемещаться во втулке под действием собственного веса и веса якоря электромагнита.

Недостатками клапана, изображенного на рис. 4.87, являются:

малый срок службы диафрагмы *3*;

односторонний подвод воздуха к золотнику *13*, вследствие чего золотник прижимается к втулке и быстро изнашивается. Через 4—6 мес эксплуатации появляются заметные утечки воздуха, вследствие чего в камере под диафрагмой не удерживается полное давление воздуха. При нижнем пределе давления в воздухосборнике такой клапан может не включиться, либо при включении застрять в промежуточном положении. В таких случаях необходим ремонт пневмоусилителя;

малый диаметр (7 мм) золотника. Это способствует его быстрому износу. Кроме того, золотник легко может быть искривлен при разборке и сборке.

Первый и второй недостатки устранены в новой конструкции клапана (рис. 4.88). Здесь вместо диафрагмы применен поршень *4* с манжетой *3*. Несколько изменена конфигурация золотника *14* и расположение каналов в корпусе пневмоусилителя *2*, благодаря чему золотник разгружен от бокового усилия, создаваемого давлением воздуха.

Наладка такого клапана осуществляется в том же порядке, что и клапана, изображенного на рис. 4.87. Дополнительно необходимо проверить и отрегулировать взаимное положение поршня и штока *8* (см. рис. 4.88) в сборе с клапанами. Ход поршня (размер *B*) должен на 2 мм превышать ход штока (размер *D*).

Регулировку осуществить прокладками, устанавливаемыми между специальной гайкой *5* и клапаном *6*.

В случае износа золотника и появления больших утечек воздуха между золотником и втулкой пневмоусилителя рекомендуется сделать реконструкцию

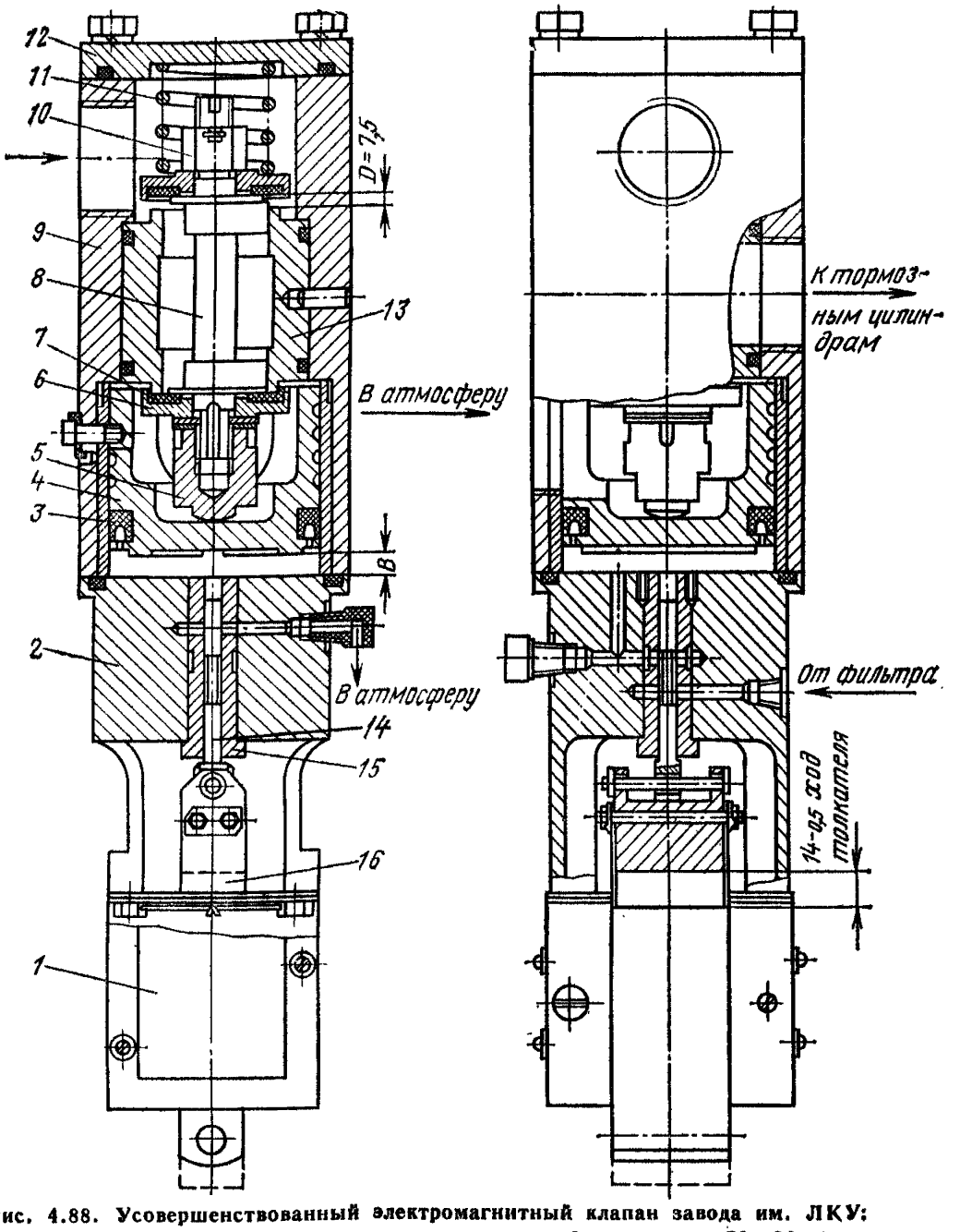



**Рис. 4.88. Усовершенствованный электромагнитный клапан завода им. ЛКУ:**
*1* — электромагнит; *2* — корпус пневмоусилителя; *3* — манжета 70×90; *4* — поршень; *5* — гайка специальная; *6* — клапан; *7* — кольцо уплотнительное; *8* — шток; *9* — корпус; *10* — гайка корончатая; *11* — пружина; *12* — крышка; *13* — втулка; *14* — золотник; *15* — втулка; *16* — толкатель

этих деталей в соответствии с рис. 4.89. Втулка позволяет расточить ее до диаметра 13 мм и в месте подвода сжатого воздуха проточить кольцевую камеру для разгрузки золотника от бокового усилия. Кроме того, сжатый воздух подается под диафрагму и выпускается из-под нее помимо каналов в корпусе пнев-

моусилителя через осевой и радиальный каналы в золотнике, что увеличивает быстродействие клапана. Золотник изготавливается из стали 3Х13, подвергается термообработке до твердости 240—280 НВ и шлифовке. Золотник и втулка должны быть совместно притерты. Предложенная конструкция золотника и втулки разработана для пневмоусилителя, изображенного на рис. 4.87. Эта конструкция пригодна и для усовершенствованного электромагнитного клапана (рис. 4.88), если в корпусе последнего заглушить вертикальный канал, служащий для подачи воздуха под поршень. В этом случае впуск воздуха под поршень будет происходить только через каналы в золотнике, а выпуск — через прежний канал.

На рис. 4.90 изображен электромагнитный клапан взрывозащищенного исполнения, который состоит из двухходового клапана и взрывозащищенного электропневматического привода. Двухходовой клапан не отличается от клапана нормального исполнения, причем клапаны старых выпусков имеют диафрагму, а клапаны усовершенствованной конструкции — поршень с манжетой. Электропневматический привод аналогичен приводу регулятора давления РДУГ (см. 4.3.10.1).

Ревизию и наладку электромагнитного клапана взрывозащищенного исполнения

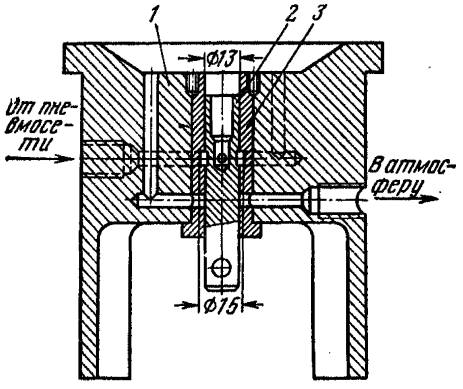



**Рис. 4.89. Усовершенствованный пневмоусилитель электромагнитного клапана:**
*1* — корпус; *2* — золотник; *3* — втулка

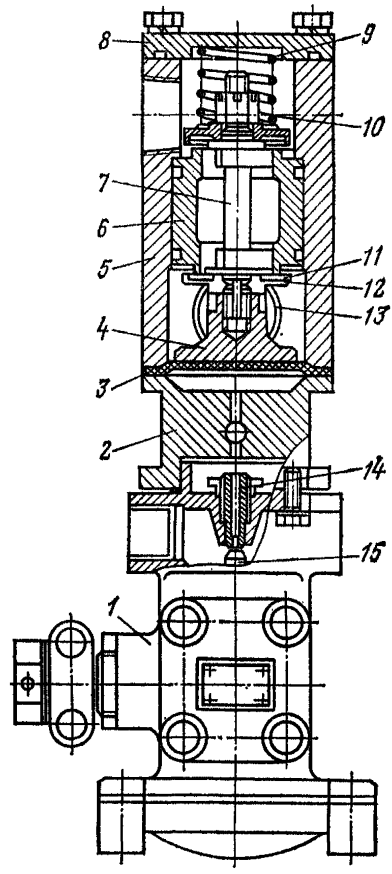



**Рис. 4.90. Взрывозащищенный электромагнитный клапан:**
*1* — электромагнит; *2* — кронштейн; *3* — диафрагма; *4* — поршень; *5* — корпус; *6* — втулка; *7* — шток; *8* — крышка; *9* — пружина; *10* — гайка корончатая; *11* — уплотнительное кольцо; *12* — клапан; *13* — стопорная шайба; *14* — сопло; *15* — заслонка

произвести в том же порядке, что и клапана нормального исполнения, за исключением электропневматического привода, который необходимо наладить в соответствии с указаниями, изложенными для регулятора давления РДУГ (см. 4.3.10.1).

### 4.3.11.3. Воздухораспределительные клапаны подъемных машин НКМЗ и электромагнитные вентили

Воздухораспределительные клапаны (рис. 4.91, *а*) с электропневматическими вентилями (рис. 4.91, *б*) применяются на модернизированных подъемных машинах НКМЗ. По принципу действия и функциональному назначению они анало-

гичны электромагнитным клапанам завода им. ЛКУ, но конструктивно значительно отличаются от них.

Клапаны *5* и *7* (см. рис. 4.91, *а*) выполнены из маслостойкой резины и расположены на штоке *2*. Прижатие клапана *7* к седлу осуществляется пружиной *8*, а клапана *5* — давлением воздуха, передаваемого поршнем *4* сервопривода. Клапан соединен с воздушной сетью: полостью *А* — с атмосферой, *В* — с магистралью сжатого воздуха, а полостью *Д* — с цилиндрами. Цилиндры соединяются с атмосферой или воздухосборником при переключении клапанов *5* и *7*. При включении электропневматического вентиля *10* сжатый воздух по каналам

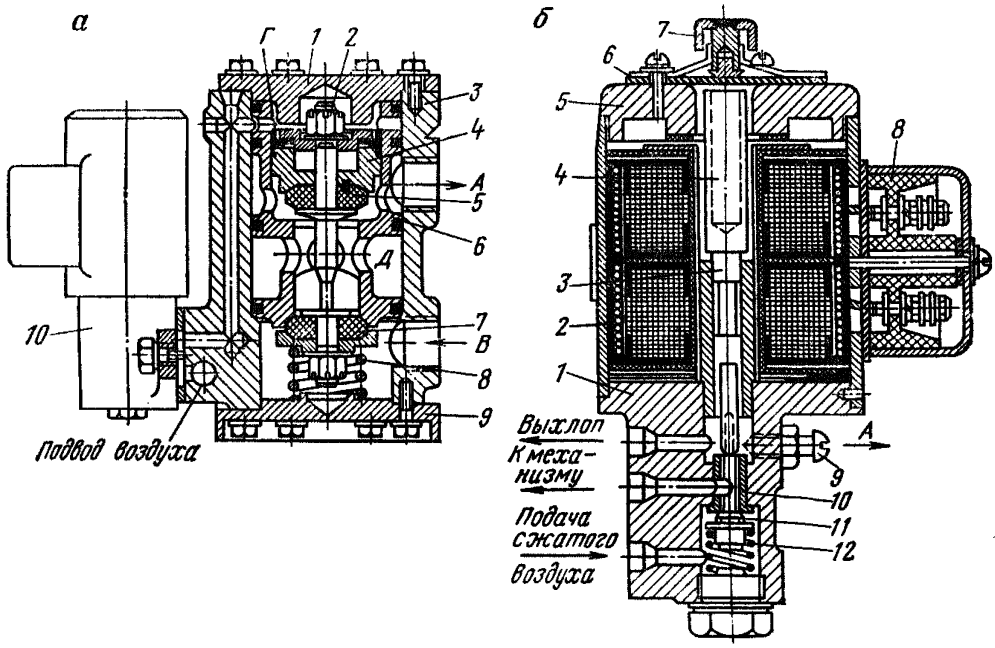



**Рис. 4.91. Воздухораспределительный клапан с электромагнитным вентилем:**
*а* — воздухораспределительный клапан: *1* и *9* — крышки; *2* — шток; *3* — корпус; *4* — поршень; *5* и *7* — клапаны; *6* — седло клапана; *8* — пружина; *10* — вентиль; *б* — электропневматический вентиль: *1* — корпус; *2* — катушка; *3* и *11* — клапаны; *4* — якорь; *5* — крышка; *6* — прокладка; *7* — кнопка; *8* — клеммник; *9* — винт; *10* — втулка; *12* — пружина

в корпусе *3* поступает в надпоршневую полость и поршень *4*, опускаясь, сжимает пружину. Движение поршня продолжается до тех пор, пока клапан *5* не сядет в свое седло, перекрыв выход воздуха из цилиндров в атмосферу, а клапан *7*, опустившись, не соединит цилиндры с источником давления.

При отключении вентиля *10* надпоршневая полость клапана сообщается с атмосферой и сжатая пружина *8* отжимает поршень в верхнее положение, фиксируемое посадкой клапана *7* в свое седло. Цилиндры сообщаются с атмосферой.

При ревизии и наладке воздухораспределительного клапана необходимо снять крышки *1* и *9* (см. рис. 4.91, *а*) и пружину *8*, отвинтить нижнюю и верхнюю гайки штока *2*. Снять клапан *7* и вынуть шток *2* вверх с насаженными на него деталями. Осмотреть детали. Обратить внимание на состояние уплотнения поршня *4*, клапанов *5* и *7*, при необходимости заменить их. Седла клапанов во втулке *6* должны быть хорошо обработаны и обеспечивать хорошую герметичность при прижатии клапанов *5* и *7*. Особое внимание обратить на состояние пружины *8*. Она не должна иметь трещин и других дефектов. При поломке этой пружины воздух из цилиндра может не выйти при отключении электромагнитного вентиля, что особенно опасно для клапанов, управляющих цилиндрами предохранительного торможения.

Все детали клапана промыть в керосине или соляровом масле и протереть, после чего собрать клапан. При сборке проверить качество затяжки поршня *4* и клапанов *5* и *7* на штоке *2* и убедиться в наличии шплинтов для фиксации гаек. Проверить посадочные места пружины *8* и убедиться, что пружина не перекошена по отношению к штоку *2*.

После сборки клапана проверить отсутствие утечек воздуха через клапан прослушиванием при отсоединении соответствующих трубопроводов.

Электропневматический вентиль (см. рис. 4.91, *б*) предназначен для управления воздухораспределительным клапаном. Он также имеет три канала, назначение которых указано на рис. 4.91, *б*. Пока катушка *2* вентиля обтекается током, ее якорь *4* занимает нижнее положение, вследствие чего верхний клапан *3* перекрывает выход воздуха в атмосферу, а нижний клапан *11*, сжимая пружину *12*, отходит от своего седла и обеспечивает подачу сжатого воздуха в надпоршневую полость воздухораспределительного клапана. При отключении катушки пружина отжимает якорь в верхнее положение. В этом случае клапан *11* плотно садится в свое седло, отсоединяя воздухосборник, а клапан *3*, отходя от седла, сообщает надпоршневую полость воздухораспределительного клапана с атмосферой.

Электропневматический вентиль устанавливают на корпусе воздухораспределительного клапана. Между корпусами вентиля и клапана должна находиться резиновая или паронитовая прокладка. Верхний канал для выпуска воздуха не используется и глушится прокладкой.

Воздух из полости *Г* (см. рис. 4.91, *а*) воздухораспределительного клапана выпускается через винт *9* (см. рис. 4.91, *б*). Скошенная лыска на винте предназначена для регулирования скорости выхода воздуха. Для обеспечения быстродействия клапанов винт *9* следует демонтировать.

Электропневматический вентиль может использоваться также и в качестве разгрузочного клапана. В этом случае он соединяется с трубопроводом только средним каналом. Остальные каналы должны быть заглушены прокладкой из паронита. При отключенной катушке вентиля пружина *12* поднимает всю подвижную систему (якорь *4*, клапаны *3* и *11*), выпуская воздух через винт *9*. При разгрузке компрессора скорость выхода воздуха не имеет значения, поэтому винт *9* в этом случае также может быть демонтирован. Катушка *2* включается одновременно с двигателем компрессора. При этом якорь *4* втягивается и перемещает клапан *3* вниз. Верхнее отверстие во втулке *10* закрывается, выпуск воздуха прекращается.

При ревизии и наладке электропневматического вентиля необходимо проверить:

1) состояние деталей. Разобрать вентиль, осмотреть детали и промыть их в керосине или соляровом масле. Особое внимание обратить на состояние втулки *10*, клапанов *3* и *11*, прокладки *6*, пружины *12*;

2) величину сопротивления изоляции обмотки, которая должна быть не менее 0,5 МОм;

3) соответствие номинального напряжения катушки и перемычек в штепсельном разъеме напряжению сети.

После сборки клапана и вентиля опробовать их совместную работу 3—4 раза вручную нажатием на кнопку *7* вентиля, а также подачей и снятием напряжения. Срабатывание клапана должно быть четким и сопровождаться резким щелчком.

## 4.4. УПРАВЛЕНИЕ АСИНХРОННЫМ ПРИВОДОМ

### 4.4.1. Общие указания по ревизии и наладке схем управления

При наладке схемы управления подъемным двигателем необходимо проверить:

1) состояние контактных соединений. Контактные соединения должны быть выполнены на переходных зажимах или на зажимах соответствующих аппаратов; соединения при помощи скрутки устранить;

2) коммутацию и маркировку схемы. Необходимо, чтобы в схеме отсутствовало повторение одинаковых маркировок;

3) состояние аппаратов, приборов и соответствие надписей на них. Надписи на аппаратах и приборах не должны повторяться и должны соответствовать обозначению в исполнительной схеме управления;

4) состояние источников питания отдельных цепей управления, их коммутационные аппараты, величину напряжения источника питания, а при необходимости и его полярность;

5) величину сопротивления изоляции цепей управления. Обратить внимание на наличие аппаратов и приборов, изоляция которых испытывается (по заводским инструкциям, ПУЭ или ПТЭ) напряжением менее 500 В. Аппараты на время проверки сопротивления изоляции необходимо отсоединить и испытать отдельно. Участки схемы с низкой величиной сопротивления изоляции усилить полихлорвиниловой трубкой. Допустимая величина сопротивления изоляции должна быть не менее 1 МОм;

6) надежность работы аппаратуры управления, защиты и блокировки основного и вспомогательного электрооборудования и контрольно-измерительных приборов. При необходимости произвести их регулировку. При обнаружении неисправностей в аппаратах необходимо их устранить; аппаратуру, которая не подлежит восстановлению, заменить, а также установить недостающую. Внести изменения и усовершенствования в схему управления подъемной установки в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к установке директивными и нормативными документами. При значительном износе электрооборудования принять решение о возможности дальнейшей его эксплуатации и наметить мероприятия по частичной или полной замене электрооборудования;

7) работу схемы под напряжением во всех возможных режимах работы установки. После ревизии и наладки схемы управления составить скорректированную исполнительную принципиальную схему управления, условные обозначения элементов которой должны строго соответствовать ГОСТу.

## 4.4.2. Расчет роторных сопротивлений

### 4.4.2.1. Расчет роторных сопротивлений при соединении их в «звезду»

Для расчета роторных сопротивлений по упрощенной методике необходимы следующие данные:

номинальное напряжение $U_р$ (В) и номинальный ток $I_р$ (А) ротора;

число ступеней роторных сопротивлений станции управления;

время разгона двигателя $t_р$ и длительность полного цикла подъема $T_ц$.

Номинальное напряжение и номинальный ток ротора берут по заводским данным. При отсутствии заводской таблички на двигателе эти величины могут быть определены следующим образом. Измерить напряжение ротора между кольцами при разомкнутом роторе и подаче номинального трехфазного напряжения в статор при заторможенной машине. Для высоковольтных двигателей необходимо подавать пониженное напряжение. Измеренное между кольцами напряжение (В) следует привести к номинальному напряжению статора по формуле

$$U_р = U_к \frac{U_{ст}}{U_п}, \qquad (4.16)$$

где $U_к$ — измеренное напряжение между кольцами, В; $U_{ст}$ — номинальное напряжение статора, В; $U_п$ — подведенное напряжение к статору, В.

Номинальный ток (А) ротора определить по формуле

$$I_р = \frac{0{,}635P}{U_р}, \qquad (4.17)$$

где $P$ — мощность двигателя, Вт; $U_р$ — номинальное напряжение ротора, В.

Таблица 4.15

| Число ступеней | Маркировка ступени (см. рис. 4.92) | Сопротивление ступени, Ом $R = k_1 R_{р.н}$ | Среднепусковой ток, А $I = k_2 I_р$ | Относительная продолжительность работы ступени $ПВ\% = k_3\tau$ |
|---|---|---|---|---|
| 4 | $p_{10}$—$p_{11}$ | $0{,}6R_{р.н}$ | $0{,}8I_р$ | 100 |
| | $p_{11}$—$p_{12}$ | $0{,}25R_{р.н}$ | $2I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| | $p_{12}$—$p_{13}$ | $0{,}13R_{р.н}$ | $2I_р$ | $0{,}8\tau$ |
| | $p_{13}$—$p_{14}$ | $0{,}06R_{р.н}$ | $2I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| 5 | $p_{10}$—$p_{11}$ | $1{,}75R_{р.н}$ | $0{,}4I_р$ | 100 |
| | $p_{11}$—$p_{12}$ | $0{,}3R_{р.н}$ | $1{,}3I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| | $p_{12}$—$p_{13}$ | $0{,}2R_{р.н}$ | $1{,}9I_р$ | $0{,}7\tau$ |
| | $p_{13}$—$p_{14}$ | $0{,}1R_{р.н}$ | $2{,}0I_р$ | $0{,}8\tau$ |
| | $p_{14}$—$p_{15}$ | $0{,}04R_{р.н}$ | $2{,}0I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| 6 | $p_{10}$—$p_{11}$ | $1{,}5R_{р.н}$ | $0{,}4I_р$ | 100 |
| | $p_{11}$—$p_{12}$ | $0{,}6R_{р.н}$ | $1{,}0I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| | $p_{12}$—$p_{13}$ | $0{,}24R_{р.н}$ | $1{,}5I_р$ | $0{,}5\tau$ |
| | $p_{13}$—$p_{14}$ | $0{,}12R_{р.н}$ | $1{,}9I_р$ | $0{,}7\tau$ |
| | $p_{14}$—$p_{15}$ | $0{,}06R_{р.н}$ | $1{,}9I_р$ | $0{,}85\tau$ |
| | $p_{15}$—$p_{16}$ | $0{,}03R_{р.н}$ | $1{,}9I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| 7 | $p_{10}$—$p_{11}$ | $1{,}5R_{р.н}$ | $0{,}4I_р$ | 100 |
| | $p_{11}$—$p_{12}$ | $0{,}6R_{р.н}$ | $0{,}9I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| | $p_{12}$—$p_{13}$ | $0{,}3R_{р.н}$ | $1{,}8I_р$ | $0{,}4\tau$ |
| | $p_{13}$—$p_{14}$ | $0{,}15R_{р.н}$ | $1{,}8I_р$ | $0{,}7\tau$ |
| | $p_{14}$—$p_{15}$ | $0{,}08R_{р.н}$ | $1{,}8I_р$ | $0{,}8\tau$ |
| | $p_{15}$—$p_{16}$ | $0{,}04R_{р.н}$ | $1{,}8I_р$ | $0{,}85\tau$ |
| | $p_{16}$—$p_{17}$ | $0{,}02R_{р.н}$ | $1{,}8I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| 8 | $p_{10}$—$p_{11}$ | $1{,}4R_{р.н}$ | $0{,}4I_р$ | 100 |
| | $p_{11}$—$p_{12}$ | $0{,}5R_{р.н}$ | $0{,}9I_р$ | $0{,}95\tau$ |
| | $p_{12}$—$p_{13}$ | $0{,}3R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}4\tau$ |
| | $p_{13}$—$p_{14}$ | $0{,}2R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}7\tau$ |
| | $p_{14}$—$p_{15}$ | $0{,}12R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}8\tau$ |
| | $p_{15}$—$p_{16}$ | $0{,}07R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}85\tau$ |
| | $p_{16}$—$p_{17}$ | $0{,}04R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}9\tau$ |
| | $p_{17}$—$p_{18}$ | $0{,}02R_{р.н}$ | $1{,}7I_р$ | $0{,}95\tau$ |

Время разгона подъемного двигателя и длительность полного цикла определить расчетным путем. При этом за величину ускорения принять максимально допустимое для данной установки.

При расчете роторных сопротивлений по упрощенной методике необходимо определить:

1. Величину сопротивлений (Ом) по ступеням

$$R = k_1 R_{р.н}, \tag{4.18}$$

где $k_1$ — соответствующий коэффициент для каждой ступени (табл 4.15); $R_{р.н}$ — номинальное сопротивление ротора, Ом,

$$R_{р.н} = \frac{U_р}{\sqrt{3}\, I_р}, \tag{4.19}$$

где $I_р$ — номинальный ток ротора, А.

2 Среднепусковые токи (А) по ступеням

$$I = k_2 I_р, \tag{4.20}$$

где $k_2$ — соответствующий коэффициент для каждой ступени (см. табл 4.15).

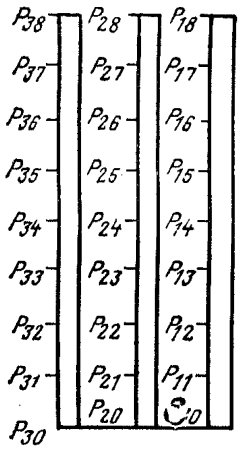



**Рис. 4.92. Маркировка ступеней роторного сопротивления для подъемных двигателей, управляемых магнитной станцией**

3. Относительную продолжительность включения каждой ступени

$$ПВ\ \% = k_3 \tau, \tag{4.21}$$

где $k_3$ — соответствующий коэффициент для каждой ступени (см. табл. 4.15);

$\tau$ — относительная продолжительность (%) работы всего сопротивления, которая определяется по формуле

$$\tau = \frac{t_р}{T_ц} 100, \tag{4.22}$$

где $t_р$ — время разгона двигателя, с; $T_ц$ — время полного цикла подъема (включая паузу), с.

4. Необходимый типоразмер ящиков роторных сопротивлений и число параллельных ветвей их в ступени, которые определяются по величине среднепускового тока $I$ и относительной продолжительности включения ступени $ПВ$.

5 Необходимое число элементов ящиков сопротивлений в каждой ступени.

В табл. 4.15 приведены формуляры расчета роторных сопротивлений, соединенных в «звезду» для подъемных двигателей с управлением магнитными станциями, а на рис. 4.92 показана соответствующая маркировка ступеней сопротивления. Расчет других фаз аналогичен.

### 4.4.2.2. Расчет роторных сопротивлений при соединении их в «треугольник»

В расчете использован принцип деления исходного треугольника сопротивлений (рис. 4.93) с последовательным соединением участков *r1* и *r2* на два равноценных, параллельно включенных треугольника с сопротивлением фаз *r1* и *r2*.

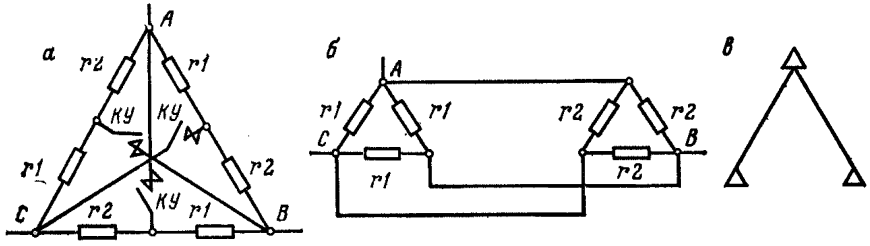



**Рис. 4.93. Принцип деления исходного треугольника сопротивлений:**
*а* — исходное состояние схемы; *б* — схема после переключения; *в* — символическая диаграмма переключений

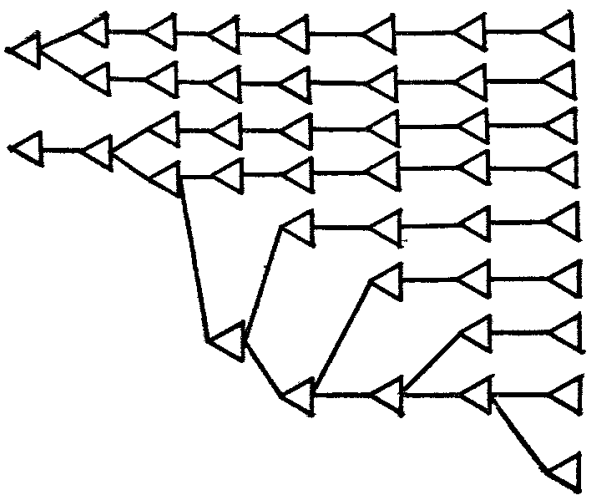
Перегруппировка сопротивлений производится при замыкании контактов контактора *КУ*, при этом сопротивления используются в течение всего пуска двигателя.

Набор требуемого варианта переключений определяется соответствующими коэффициентами переключения, числом пусковых ступеней и т. д. Так, для схем с пятью и восемью роторными контакторами оказались рациональными варианты переключений, изображенные соответственно в табл. 4.16 и 4.19. При расчете

Таблица 4.16

| Схема переключения сопротивлений | | | | | Номер участка сопротивлений | Маркировка ступени (см. рис. 4.94) | | | Сопротивление ступени, Ом $R = k_1 R_{р.н}$ | Среднепусковой ток (А) $I = k_2 I_р$ при относительной продолжительности работы ступени ПВ% = 12,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Включены контакторы | | | | | | | | | | |
| *В (Н)* | *В (Н), КУ1* | *В (Н), КУ1, КУ2* | *В (Н), КУ1—КУ3* | *В (Н), КУ1—КУ4* | | фаза *А—В* | фаза *В—С* | фаза *С—А* | | |
| | | | | | 1 | $B—p_{11}$ | $C—p_{21}$ | $A—p_{31}$ | $3{,}27R_{р.н}$ | $0{,}175I_р$ |
| | | | | | 2 | $p_{11}—p_{12}$ | $p_{21}—p_{22}$ | $p_{31}—p_{32}$ | $3{,}27R_{р.н}$ | $0{,}175I_р$ |
| | | | | | 3 | $p_{12}—p_{13}$ | $p_{22}—p_{23}$ | $p_{32}—p_{33}$ | $1{,}63R_{р.н}$ | $0{,}25I_р$ |
| | | | | | 4 | $p_{13}—p_{14}$ | $p_{23}—p_{24}$ | $p_{33}—p_{34}$ | $0{,}705R_{р.н}$ | $0{,}25I_р$ |
| | | | | | 5 | $p_{14}—A$ | $p_{24}—B$ | $p_{34}—C$ | $0{,}177R_{р.н}$ | $0{,}28I_р$ |

Таблица 4.17

| Схема переключения сопротивлений: Включены контакторы | | | | | | | | Номер участка сопротивлений | Маркировка ступени (см. рис. 4.94) | | | Сопротивление ступени, Ом $R = k_1 R_{р.н}$ | Среднепусковой ток (А) $I = k_2 I_р$ при относительной продолжительности работы ступени ПВ% = 12,5 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| В (Н) | В (Н), КУ1 | В (Н), КУ1—КУ2 | В (Н), КУ1—КУ3 | В (Н), КУ1—КУ4 | В (Н) КУ1—КУ5 | В (Н) КУ1—КУ7 | В (Н) КУ1—КУ7 | | фаза А—В | фаза В—С | фаза С—А | | |
|  | | | | | | | | 1 | $B—p_{11}$ | $C—p_{21}$ | $A—p_{31}$ | $9{,}0R_{р.н}$ | $0{,}09I_р$ |
| | | | | | | | | 2 | $p_{11}—A$ | $p_{21}—B$ | $p_{31}—C$ | $9{,}0R_{р.н}$ | $0{,}09I_р$ |
| | | | | | | | | 3 | $B—p_{12}$ | $C—p_{22}$ | $A—p_{32}$ | $9{,}0R_{р.н}$ | $0{,}09I_р$ |
| | | | | | | | | 4 | $p_{12}—p_{13}$ | $p_{22}—p_{23}$ | $p_{32}—p_{33}$ | $5{,}0R_{р.н}$ | $0{,}09I_р$ |
| | | | | | | | | 5 | $p_{13}—p_{14}$ | $p_{23}—p_{24}$ | $p_{33}—p_{34}$ | $2{,}5R_{р.н}$ | $0{,}105I_р$ |
| | | | | | | | | 6 | $p_{14}—p_{15}$ | $p_{24}—p_{25}$ | $p_{34}—p_{35}$ | $1{,}5R_{р.н}$ | $0{,}105I_р$ |
| | | | | | | | | 7 | $p_{15}—p_{16}$ | $p_{25}—p_{26}$ | $p_{35}—p_{36}$ | $0{,}5R_{р.н}$ | $0{,}135I_р$ |
| | | | | | | | | 8 | $p_{16}—p_{17}$ | $p_{26}—p_{27}$ | $p_{36}—p_{37}$ | $0{,}4R_{р.н}$ | $0{,}135I_р$ |
| | | | | | | | | 9 | $p_{17}—A$ | $p_{27}—B$ | $p_{37}—C$ | $0{,}95R_{р.н}$ | $0{,}270I_р$ |

роторных сопротивлений, соединенных в «треугольник», необходимо определить (см. рис. 5.93):

проводимость фазы (1/Ом) исходного треугольника

$$G_{\text{нач}} = \frac{1}{r_1 + r_2}; \tag{4.23}$$

проводимость схемы (1/Ом) после переключения исходного треугольника

$$G_{\text{кон}} = g_1 + g_2 = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}; \tag{4.24}$$

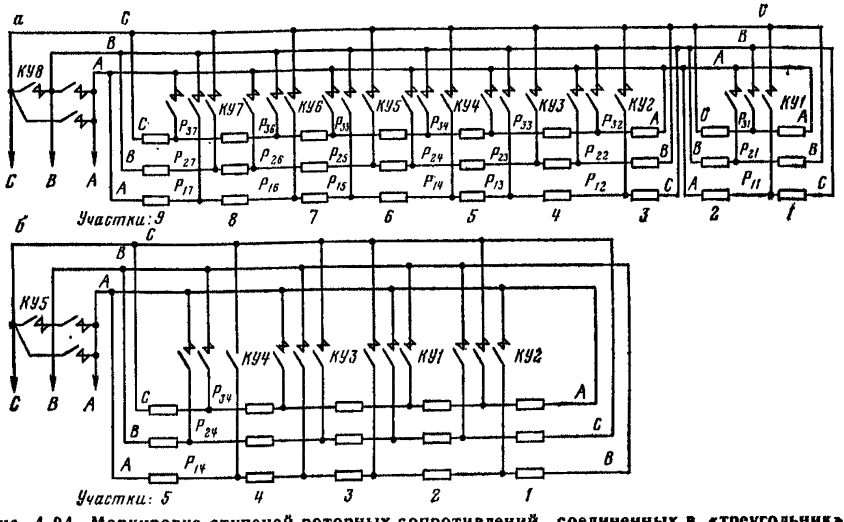



**Рис. 4.94. Маркировка ступеней роторных сопротивлений, соединенных в «треугольник» для подъемных двигателей, управляемых магнитными станциями:**
*а* — с восемью контакторами ускорения; *б* — с пятью контакторами ускорения

проводимость (1/Ом) новых (после переключения) треугольников. Определить при заданных коэффициентах переключения и известных величинах $G_{\text{нач}}$ и $G_{\text{кон}}$ по формуле

$$g_{1,2} = \frac{G_{\text{кон}}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{G_{\text{кон}}}{2}\right)^2 - G_{\text{кон}}G_{\text{нач}}}; \tag{4.25}$$

сопротивления отдельных участков по подсчитанным проводимостям;

расчетные токи для отдельных участков схемы, которые пропорциональны их проводимостям (как часть общего расчетного тока).

Обобщенные расчеты роторных сопротивлений, приведенные в табл. 4.16 и 4.17, выполнены для нормальных условий работы двигателя и подъемной установки в целом при относительной продолжительности работы ступени роторных сопротивлений, равной 12,5 %.

Маркировка ступеней роторных сопротивлений, соединенных в «треугольник» для подъемных двигателей, управляемых магнитной станцией с восемью и пятью контакторами ускорения, приведена на рис. 4.94.

## 4.4.3. Ревизия и наладка роторных сопротивлений

При ревизии и наладке роторных сопротивлений необходимо проверить:

1) соответствие фактической схемы роторных сопротивлений расчетной или проектной (пофазно);

2) состояние ящиков сопротивлений и правильность их монтажа; произвести подтяжку гаек стяжных болтов (гайки следует подтягивать равномерно с обеих сторон так, чтобы не разрушить фарфоровые изоляторы);

3) крепление ящиков к каркасу и исправность их ошиновки и отсутствие искрения в контактных соединениях;

4) правильность подключения ступеней сопротивлений к соответствующим контакторам. Особенно тщательно необходимо соблюдать фазировку жил кабелей, соединяющих контакторы магнитной станции и роторные сопротивления при соединении их в «треугольник» (рис. 4.94);

5) состояние и крепление соединительных кабелей;

6) величину сопротивления изоляции ящиков сопротивлений и кабелей мегомметром на напряжение 500—1000 В;

7) целостность цепи роторных сопротивлений пофазно.

## 4.4.4. Наладка схемы полуавтоматического разгона подъемного двигателя

### 4.4.4.1. Схема разгона двигателя с РТУ и восемью реле ускорений (рис. 4.95)

Для пуска машины рукоятку рабочего торможения установить в положение «Расторможено», а рукоятку управления командоконтроллера — в соответствующее крайнее положение. При пуске **«Вперед»** замкнутся контакты командоконтроллера *КК3—КК11*. Катушки реверсора *В* и *Л* получат питание, их силовые контакты замкнутся, и обмотка статора подъемного двигателя получит питание от сети переменного тока. При замыкании блок-контакта реверсора *В* в цепи катушки реле дуговой блокировки *РДБ* последнее включится и разомкнет свой контакт в цепи катушки реле ускорения *РУ1*. Реле *РУ1*, обесточившись, с выдержкой времени замкнет свой размыкающий контакт

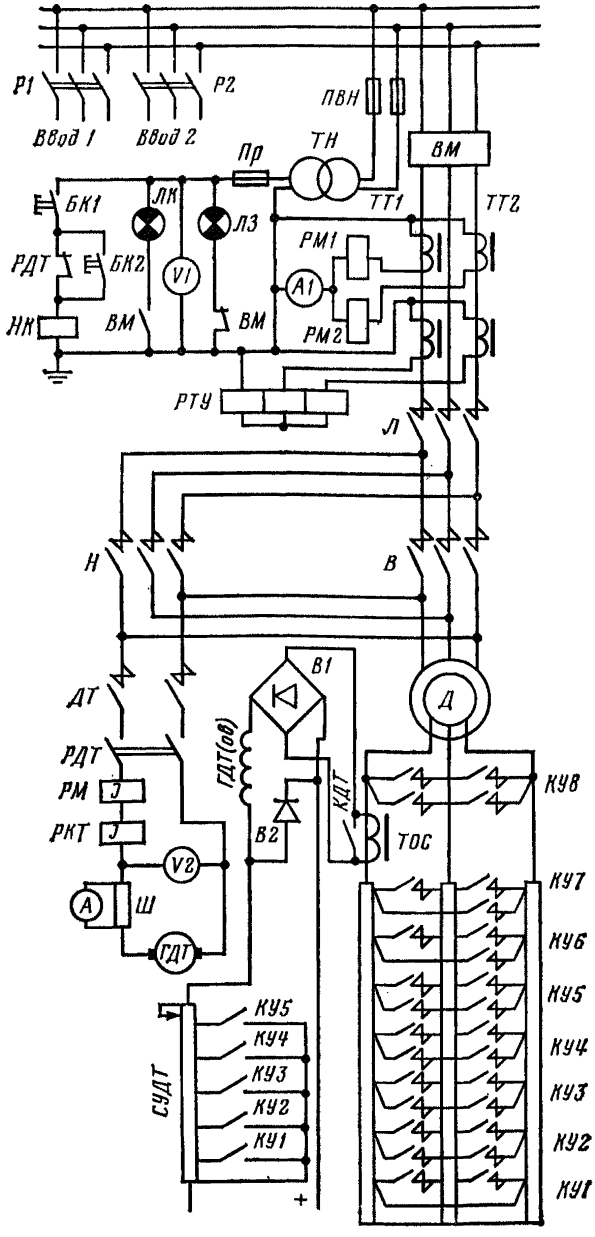
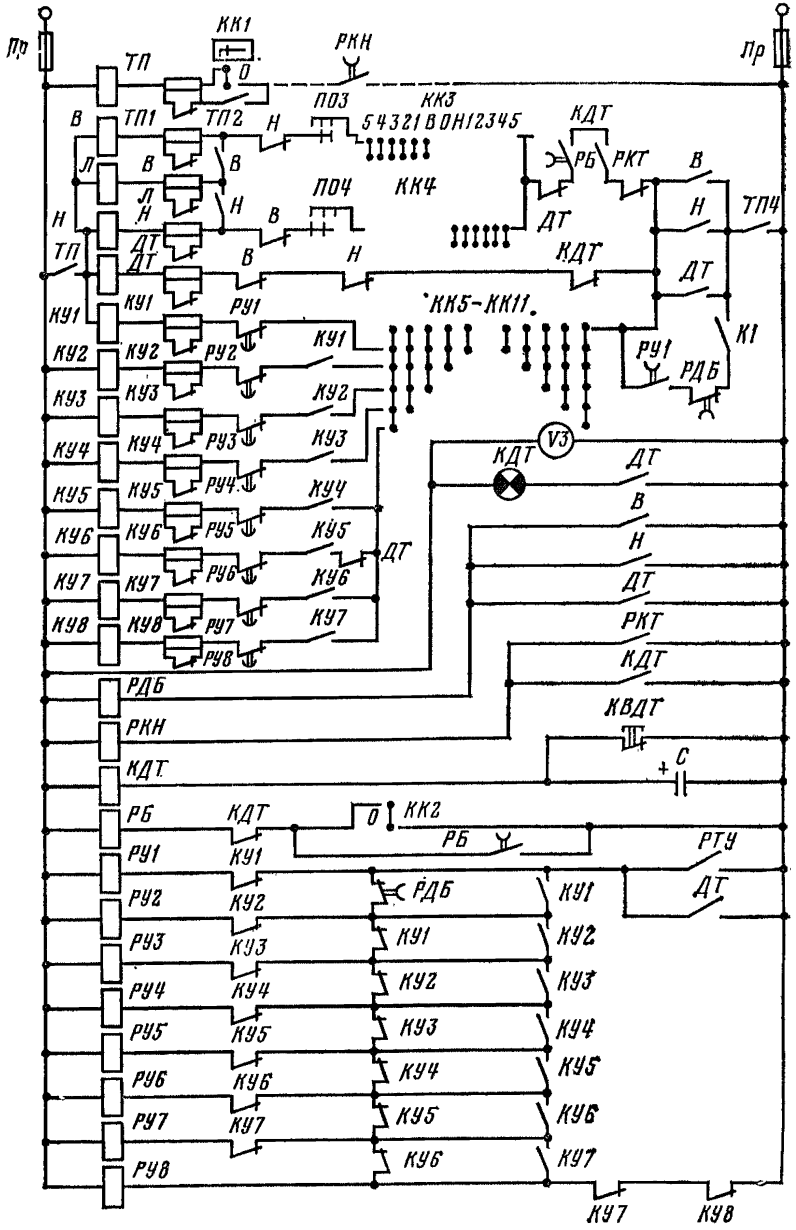



**Рис. 4.95. Схема разгона подъемным двигателем с РТУ и восемью реле ускорения**

*РУ1* в цепи катушки контактора *КУ1*. Контактор *КУ1*, включившись, силовыми контактами зашунтирует часть сопротивления (первую ступень) в цепи ротора и блок-контактами переключит питание катушки реле *РУ2* через замыкающий контакт реле *РТУ*. При закорачивании первой ступени роторного сопротивления токовое реле ускорения *РТУ* еще не срабатывает (небольшой ток статора), и реле *РУ2* при замыкании контактора *КУ1* сразу отключится и с выдержкой времени



замкнет свой контакт в цепи катушки контактора *КУ2*. Контактор *КУ2* включится и силовыми контактами закорачивает следующую (вторую ступень роторного сопротивления, а своими блок-контактами переключает питание катушки реле *РУ3* через контакт реле *РТУ*. Если при замыкании второй ступени роторного сопротивления толчок тока в статоре получается достаточно большим, то реле *РТУ* включится и замкнет свой контакт в цепи реле *РУ3* и будет удерживать его замкнутым до тех пор, пока ток в статоре по мере увеличения скорости вращения ротора не снизится до величины, при которой якорь реле *РТУ* отпадет. При отпадании якоря реле *РТУ* размыкается его контакт в цепи реле *РУ3*. Реле *РУ3* отключится с выдержкой времени и замкнет свой размыкающий контакт в цепи катушки контактора *КУ3*, последний зашунтирует еще ступень сопротивления в цепи ротора и переключит питание цепи реле *РУ4* через контакт реле *РТУ*. Таким образом, пуск двигателя в зависимости от тока статора с дополнительной выдержкой времени будет продолжаться до тех пор, пока не замкнется последний контактор ускорения и двигатель с замкнутым накоротко ротором будет работать с максимальной скоростью на естественной характеристике.

#### 4.4.4.2. Схема разгона двигателя с РТУ и двумя реле ускорения (рис. 4.96)

При полуавтоматическом управлении пуск двигателя производится поворотом рукоятки командоконтроллера *КК* в одно из крайних положений. При этом роторные контакторы включаются автоматически двумя реле времени *РУ1* и *РУ2*.

При отключении реле *РУ1* своими размыкающими контактами включает нечетные контакторы *КУ1*, *КУ3*, *КУ5*, *КУ7*; а реле *РУ2* — четные контакторы *КУ2*, *КУ4*, *КУ6*, *КУ8*. Катушка реле *РУ1* получает питание через резистор *R11*, диод *Д1*, потенциометры *R14* и *R15*. При наличии цепи через одну из контактных групп происходит отключение реле с выдержкой времени, определяемой величиной опорного напряжения участка потенциометра *R14* и *R15*, к которому подключена контактная группа. По идентичной цепи питается реле *РУ2*.

В исходном положении схемы (при отключенном электродвигателе) реле *РУ1* и *РУ2* включены. При включении одного из реверсивных контакторов *В* (*Н*) или контактора *ДТ* создается цепь шунтировки реле *РУ1* через замыкающий контакт *РДБ* иди *ДТ* и размыкающий контакт *КУ1*. Реле *РУ1* отключится с выдержкой времени и размыкающими контактами включит контактор *КУ1*. При включении *КУ1* размыкающими контактами снимается шунтировка *РУ1*, а замыкающими контактами подготавливается цепь шунтировки *РУ2*.

При снятии шунтировки с реле *РУ1* последнее включится и реле *РУ2* начинает отсчет выдержки времени.

Реле *РУ2* отключается с выдержкой времени и размыкающими контактами создает цепь контактору *КУ2*. Если при этом пусковой ток был сверх установленной величины, то реле *РТУ* задержит включение контактора *КУ2*. Дальнейший пуск происходит аналогично.

Схема пуска одинакова как для восьми-, так и для пятиконтакторной роторной станции, а также для двухдвигательного привода.

#### 4.4.4.3. Схема разгона двигателя с трехобмоточными реле (рис. 4.97)

Для первых трех пусковых ступеней применены однообмоточные электромагнитные реле времени (*РУ1—РУ3*). Реле ускорения последующих ступеней (*РУ4—РУ8*) выполнены трехобмоточными, имеющими катушки; втягивающую $РУ_в$, ссаживающую $РУ_с$ и токовую $РУ_т$. Магнитные потоки втягивающей и токовой катушек направлены согласно, поток ссаживающей катушки — встречно по отношению к ним. При подаче напряжения на втягивающие катушки реле происходит их включение. Резисторы *R4—R8* включены последовательно с ссаживающими катушками, что позволяет менять ампер-витки этих катушек.

По токовой обмотке протекает ток, пропорциональный нагрузке двигателя. Результирующие ампер-витки и демпфер определяют выдержку времени реле на отключение.

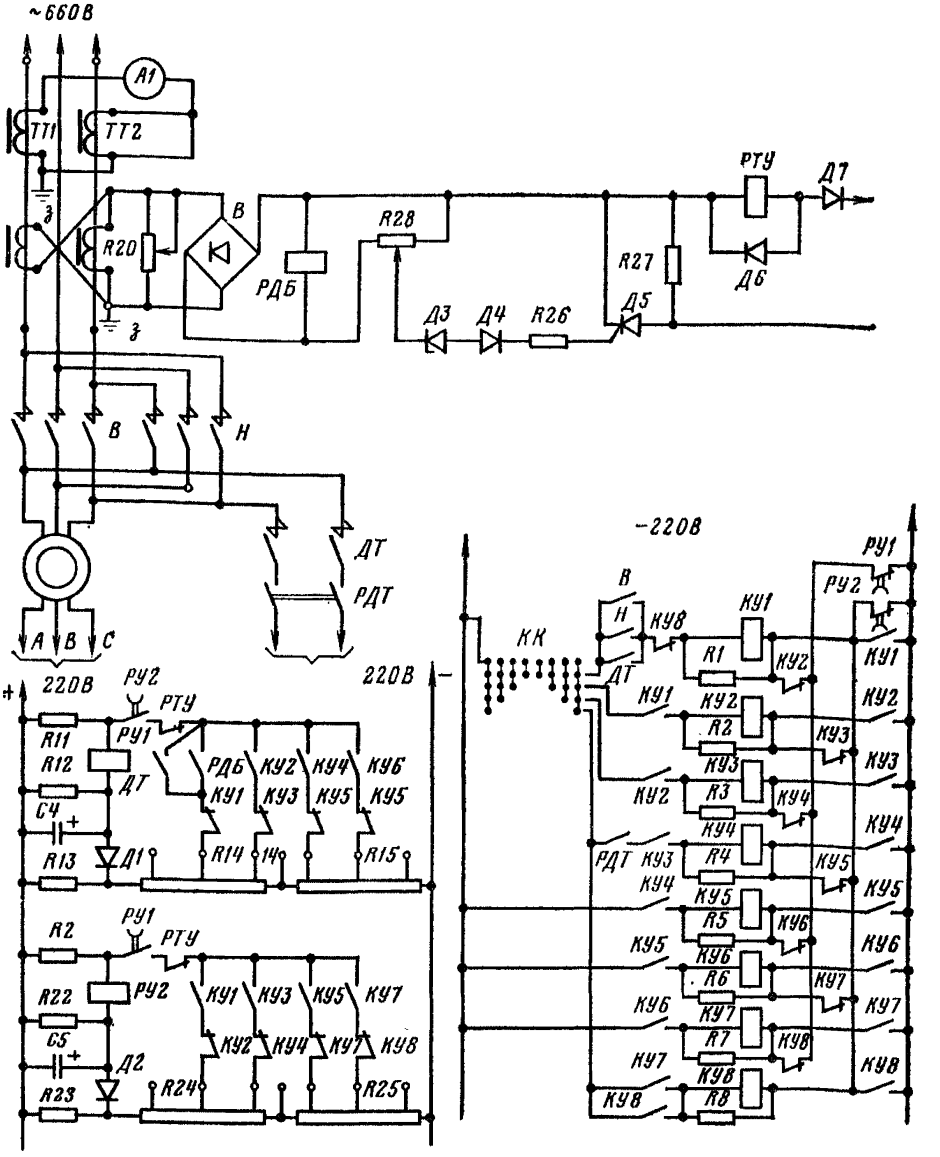



Рис. 4.96. Схема разгона двигателя с РТУ и двумя реле ускорения

При пуске двигателя и включении реле дуговой блокировки *РДБ*, подается питание на ссаживающие обмотки, однако реле ускорения *РУ4—РУ8* остаются включенными.

При включении контакторов *КУ3—КУ7* обесточивается втягивающая катушка реле ускорения последующей пусковой ступени. Одновременно с этим происходит увеличение тока в обмотке статора подъемного двигателя и, следовательно, намагничивающей силы токовой катушки $РУ_т$.

Когда ток в обмотке статора электродвигателя при разгоне снизится до величины, при которой действие токовой катушки будет скомпенсировано действием ссаживающей катушки, пружины и демпфера, реле ускорения отключится и подаст импульс на включение очередного контактора ускорения.

Схема цепей управления контакторами *КУ1—КУ3* практически не отличается от схемы, приведенной на рис. 4.95.

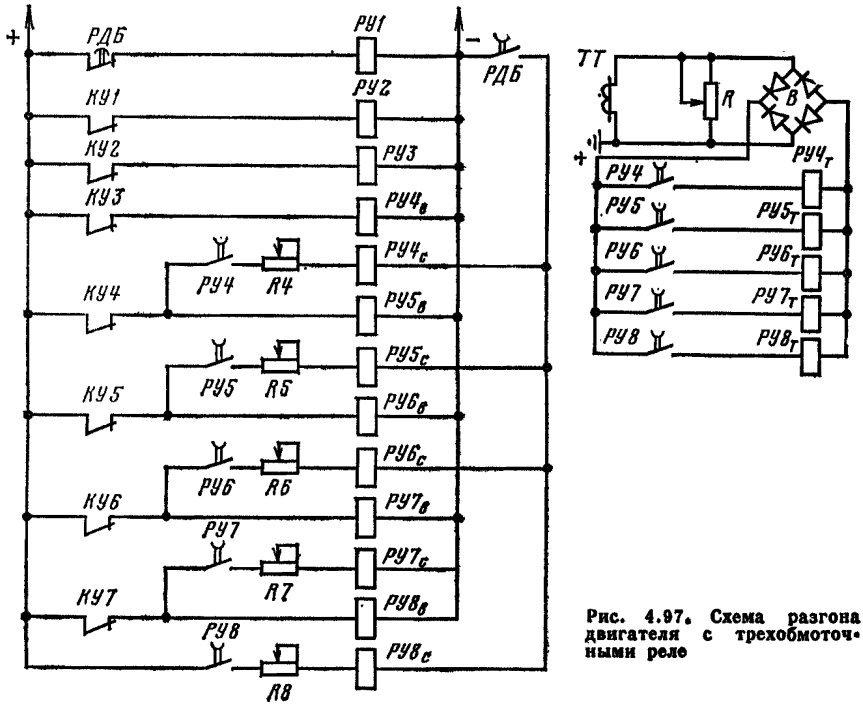



**Рис. 4.97. Схема разгона двигателя с трехобмоточными реле**

### 4.4.4.4. Наладка полуавтоматического разгона подъемного двигателя при различных схемах управления

При наладке полуавтоматического разгона подъемного двигателя должна быть достигнута надлежащая плавность пуска при различных нагрузках с наибольшими допустимыми для данной установки ускорениями. При переключении ступеней роторного сопротивления не должно наблюдаться резкого и чрезмерного роста момента и соответственно резкого изменения скорости в процессе пуска. Плавность пуска достигается соответствующей регулировкой величины роторных сопротивлений по ступеням и настройкой токового реле ускорения *РТУ* или токовых катушек трехобмоточных реле и реле времени станции управления.

При правильной наладке разгона подъемного двигателя толчки тока в цепи статора должны быть одинаковы на всех пусковых ступенях; характер нарастания скорости — плавный, без резких скачков; величина ускорения — в пределах максимально допустимых для данной установки.

Полуавтоматический запуск для грузовых подъемов должен производиться с ускорением, определяемым проектом. Для вертикальных и наклонных (более 30°) подъемных установок, предназначенных для подъема и спуска людей, величина ускорения не должна превышать 1 м/с², а для наклонных установок до 30° — 0,7 м/с².

При наладке полуавтоматического разгона двигателя необходимо проверить:

1) величину сопротивлений по ступеням. Определить по заводским данным, имеющимся на каждом ящике сопротивления, или непосредственным измерением при помощи вольтметра и амперметра. Использование для этих целей измерительных мостов нежелательно, так как вследствие наличия большого количества переходных контактов могут быть получены неправильные данные. При значительных отклонениях величин сопротивлений по ступеням от расчетных необходимо произвести соответствующую перегруппировку их.

На рис. 4.98 показаны кривые изменения момента при пуске подъемного двигателя в случаях правильной (рис. 4.98, *а*) и неправильной (рис. 4.98, *б*) разбивки роторных сопротивлений по ступеням. Как видно из рис. 4.98, *б*, при переходе двигателя с характеристики, соответствующей сопротивлению в цепи

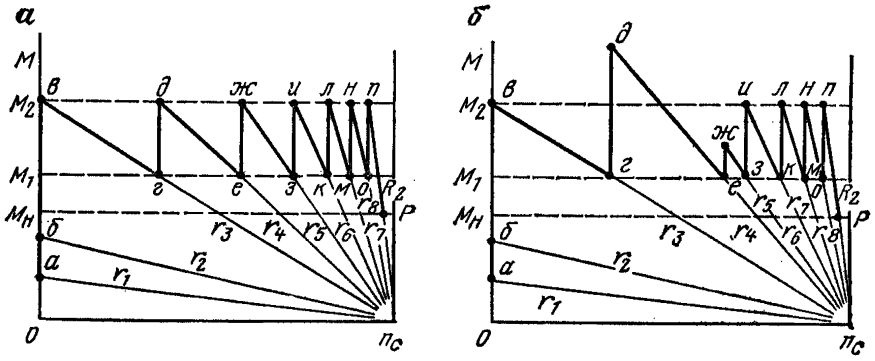



**Рис. 4.98. Кривые изменения момента при пуске подъемного двигателя в случае разбивки роторных сопротивлений по ступеням**

ротора $r_3$, на характеристику с сопротивлением $r_4$, которое значительно меньше требуемого для нормального разгона, происходит резкое возрастание момента (точка *а*) и соответственно резко увеличиваются ускорение и ток статора, что отрицательно сказывается на прочности машины, а при более грубых случаях может привести к срабатыванию максимальной токовой защиты подъемного двигателя.

Величина сопротивления в цепи ротора на предварительных ступенях должна быть такова, чтобы момент, развиваемый двигателем при включении реверсивного контактора, был равен 30—40 % номинального, а при включении первого контактора — 80—90 % номинального;

2) состояние реле и установить необходимые выдержки времени реле ускорений. Необходимые выдержки реле времени при схеме запуска двигателя в функции тока с дополнительной выдержкой по времени устанавливают согласно табл. 4.18, а при схеме запуска двигателя только в функции времени выдержки

Таблица 4.18

| Реле ускорений | Выдержка (с) при числе ступеней сопротивлений | | | | Реле ускорений | Выдержка (с) при числе ступеней сопротивлений | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 | | 5 | 6 | 7 | 8 |
| РУ1 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | РУ5 | 0,20 | 0,20 | 0,25 | 0,31 |
| РУ2 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | РУ6 | — | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| РУ3 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | РУ7 | — | — | 0,20 | 0,20 |
| РУ4 | 0,31 | 0,42 | 0,50 | 0,56 | РУ8 | — | — | — | 0,20 |

Таблица 4 19

| Реле ускорений | Выдержка (с) при числе ступеней сопротивлений | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5 | 6 | 7 | 8 |
| РУ1 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| РУ2 | 1,50 | 1,0 | 0,90 | 0,90 |
| РУ3 | $1,02V_{max}$ | $0,86V_{max}$ | $0,74V_{max}$ | $0,65V_{max}$ |
| РУ4 | $0,32V_{max}$ | $0,36V_{max}$ | $0,37V_{max}$ | $0,36V_{max}$ |
| РУ5 | $0,10V_{max}$ | $0,15V_{max}$ | $0,19V_{max}$ | $0,20V_{max}$ |
| РУ6 | — | $0,06V_{max}$ | $0,10V_{max}$ | $0,11V_{max}$ |
| РУ7 | — | — | $0,06V_{max}$ | $0,06V_{max}$ |
| РУ8 | — | — | — | $0,03V_{max}$ |

реле предварительно устанавливают в зависимости от максимальной скорости движения машины согласно табл. 4.19.

При окончательной наладке разгона эти выдержки времени могут быть несколько изменены в большую или меньшую сторону с тем, чтобы толчки тока при переключении ступеней роторных сопротивлений были по возможности одинаковы и не превышали величин, соответствующих верхнему переключающему моменту.

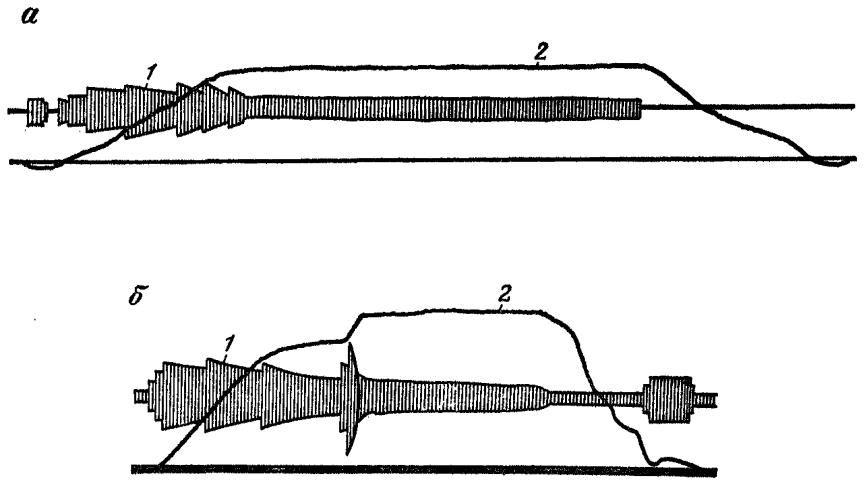



**Рис. 4.99. Настройка станции управления на автоматический запуск подъемного двигателя:**
*а* — правильная; *б* — неправильная; *1* — ток статора; *2* — скорость подъема

При появлении чрезмерных ускорений при подъеме легкого груза необходимо несколько увеличить выдержку реле времени РУ1 и РУ2;

3) состояние контакторов ускорения и произвести последовательное включение их без корректировки по току двигателя и времени. Каждый последующий контактор ускорения следует включать после спадания тока статора до значения 1,2—1,4, потребляемого тока в период равномерного хода.

При включении реверсивного контактора и первого контактора ускорения должно произойти лишь натяжение всех элементов системы. При включении следующих контакторов ускорения система должна прийти в движение. При

этом толчки тока в цепи статора после включения очередного контактора должны быть одинаковы и находиться в пределах 1,8—2,2 значения тока, потребляемого двигателем в период равномерного хода с расчетным грузом. Толчки тока фиксируются по амперметру, включенному в цепь статора. Появление чрезмерных толчков тока на одних ступенях или незначительных на других свидетельствует о неправильной разбивке роторных сопротивлений;

4) состояние токового реле ускорения РТУ и произвести его настройку. Первоначально ток отключения реле установить равным примерно 1,2—1,4 значения тока, потребляемого двигателем при подъеме расчетного груза. Коэффициент возврата реле должен быть не менее 0,8—0,85. В дальнейшем при наладке автоматического разгона на наибольшее допустимое ускорение ток срабатывания реле может быть несколько изменен в зависимости от данных системы.

Произвести пробный полуавтоматический разгон подъемного двигателя с расчетным грузом. При этом следует записать на осциллограмме скорость подъема и ток статора, по изменению которых можно судить о правильности настройки процесса запуска. В качестве датчика скорости при настройке процесса запуска подъемной установки может быть использована малогабаритная переносная униполярная машина или тахогенератор электрического ограничителя скорости.

В случае обнаружения при автоматическом разгоне каких-либо ненормальных отклонений от заданной диаграммы произвести дополнительную регулировку.

Осциллограммы тока и скорости при правильной и неправильной настройке станции управления на автоматический запуск подъемного двигателя показаны на рис. 4.99.

## 4.4.5. Электродинамическое торможение

В качестве источника постоянного тока в настоящее время используют как электромашинные преобразователи (с генератором постоянного тока), так и статические — с силовыми магнитными усилителями или с тиристорными выпрямителями.

### 4.4.5.1. Устройства с генератором постоянного тока

Переход в режим динамического торможения осуществляется нажатием на кнопку *КВДТ* (см. рис. 4.95), которая разрывает цепь контактора *КДТ*. При этом замыкающий контакт *КДТ* отключит реверсивные контакторы *В*, *Л* и *Н*, а размыкающий контакт *КДТ* подготовит цепь катушки контактора *ДТ*, которая получит питание после замыкания с соответствующей выдержкой времени контакта реле дуговой блокировки *РДБ*. Контактор *ДТ*, включившись, подаст постоянный ток генератора *ГДТ* в обмотку статора подъемного двигателя. При появлении в цепи статора постоянного тока реле *РКТ* включится и замкнет свой контакт *РКТ* в цепи реле *РКН* (которое после размыкания контакта *КДТ* питается через контакт *РКТ*) и разомкнет свой контакт *РКТ* в цепи катушек реверсоров *В* и *Н*. При отключении контактора *КДТ* размыкается его контакт, шунтирующий вторичную обмотку трансформатора тока обратной связи *ТОС*, включенного в цепь ротора.

При работе двигателя в режиме динамического торможения на обмотку возбуждения генератора *ГДТ* поступает питание от независимого источника возбуждения через резистор *СУДТ* и от выпрямителя обратной связи *В1*, включенного на вторичную обмотку трансформатора тока *ТОС*. Напряжение на зажимах выпрямителя *В1* зависит от частоты вращения подъемного двигателя. Чем больше частота вращения, тем выше напряжение обратной связи. С возрастанием внешнего момента на валу подъемной машины увеличивается и ток, подаваемый в статор подъемного двигателя, и соответственно возрастает тормозной момент. При этом автоматически осуществляется устойчивая стабилизация скорости спуска.

При необходимости увеличения тормозного момента подъемного двигателя машинист перемещает рукоятку управления командоконтроллера от нулевого

положения по направлению к любому крайнему ее положению и этим одновременно с уменьшением сопротивления в цепи ротора производит увеличение (форсировку) возбуждения при помощи блок-контактов *КУ1—КУ5*, шунтирующих часть резистора *СУДТ*.

Переход с двигательного режима на режим динамического торможения возможен при любом положении рукоятки управления командоконтроллера (при любой величине введенного в цепь ротора сопротивления), но для повышения эффективности тормозного момента при переходе в режим динамического торможения контактора ускорения *КУ1—КУ8* отключаются и с выдержкой времени включаются вновь до ступени, определяемой положением рукоятки управления командоконтроллера.

Контроль за наличием тока в цепи генератора *ГДТ* и исправность этой цепи осуществляются при помощи реле *РКТ* и *РКН* (см. рис. 4.95).

### 4.4.5.2. Устройства с силовыми магнитными усилителями

В качестве источника постоянного тока с силовыми магнитными усилителями используют статические преобразовательные устройства типов ПГА 6802-32А3, ПГА 6802-42А3 — для высоковольтного приводного электродвигателя и типов ПГА 6801-40А3, ПГА 6801-50А3 — для низковольтного приводного электродвигателя. Принципиальные схемы включения этих устройств в схему управления подъемной установкой показаны на рис. 4.100 (применительно к машинам завода им. ЛКУ).

В преобразовательных устройствах для регулирования тока динамического торможения применены трехфазные силовые магнитные усилители серии УМ.3П. Магнитный усилитель имеет четыре обмотки управления. Две обмотки управления *СМУ* (*Н2—К2* и *Н4—К4*), соединенные последовательно, являются обмотками отрицательного смещения и используются для выбора рабочей точки на характеристике СМУ в зависимости от количества включенных контакторов ускорения. При включении контакторов ускорения *КУ1—КУ3* в цепь обмотки смещения блок-контактами вводятся резисторы *R61—R63*, чем достигается увеличение тока на выходе СМУ.

Величина тока смещения и пределы изменения могут регулироваться последовательным резистором *R2* и параллельным резистором *R60*. Величина резистора *R60* должна быть по возможности большей, так как при малой величине *R60* появляется запаздывание нарастания тока динамического торможения.

Обмотка обратной связи *СМУ* по току ротора (*Н1—К1*) питается от вторичных обмоток трансформатора тока, включенного в цепь ротора подъемного двигателя. Полярность обмотки обратной связи положительная по отношению к выходу *СМУ*.

Обратная связь по току ротора стабилизирует частоту вращения двигателя при изменении статического момента и уменьшает вероятность опрокидывания двигателя при выведении ступеней роторного сопротивления.

Обмотка *СМУ* (*Н3—К3*) жесткой отрицательной обратной связи по выходному напряжению служит для спрямления характеристики *СМУ*.

Для защиты от коммутационных перенапряжений применены цепочки. Для контроля параметров преобразовательного устройства предусмотрены приборы в цепях обмоток управления *СМУ* и в цепи постоянного тока. Обдув вентилей осуществляется встроенным в шкаф преобразователя вентилятором.

Наладка преобразователей сводится в основном к снятию характеристики магнитного усилителя и установке параметров настройки.

### 4.4.5.3. Устройства с тиристорными выпрямителями

Схемы выпрямителей, их достоинства и недостатки, возможность применения как в ручном, так и в автоматическом режиме управления подъемной установкой изложены в 4.6.3.3.

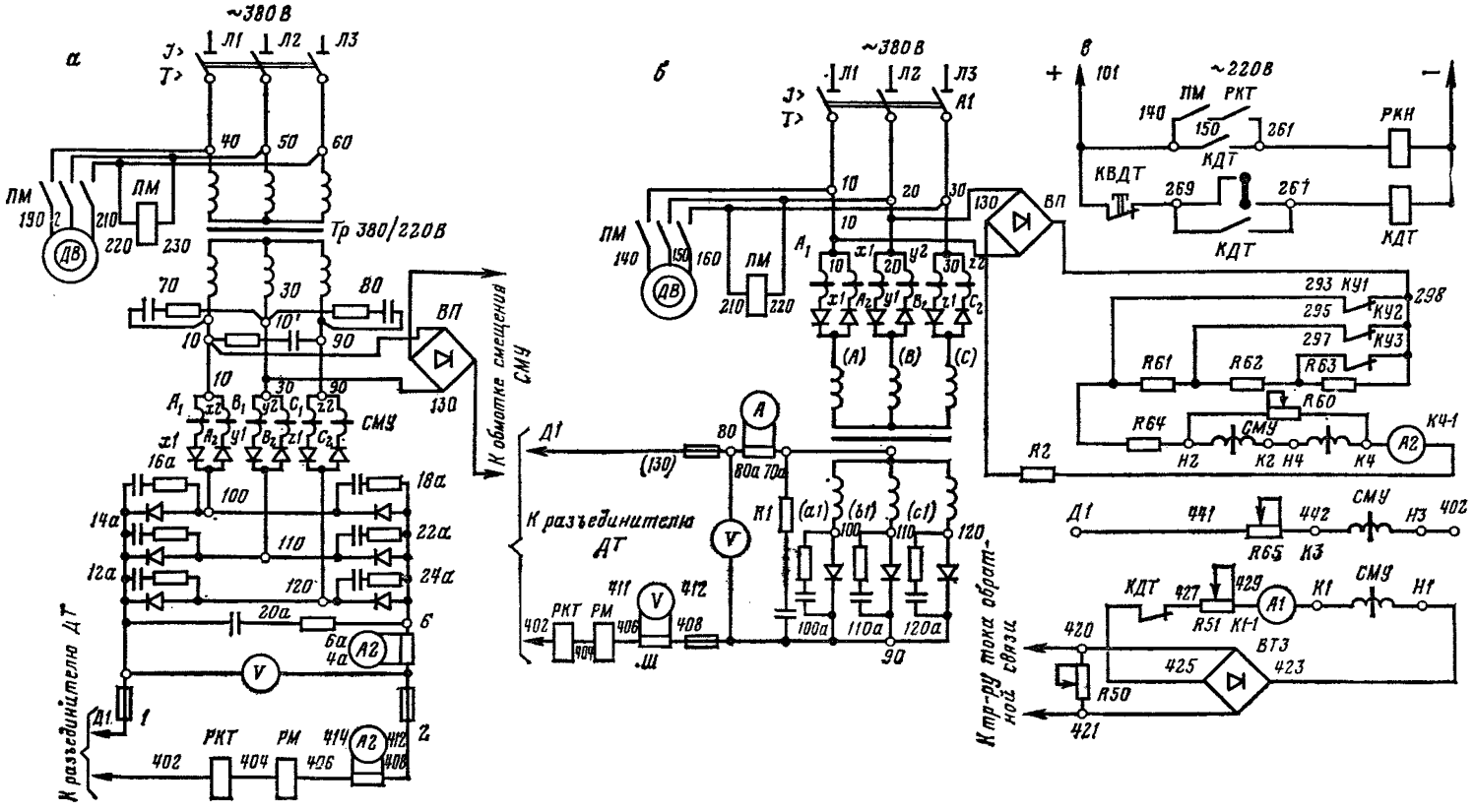



**Рис. 4.100. Схема статических преобразовательных устройств для динамического торможения**

### 4.4.5.4. Наладка электродинамического торможения

Надежная работа установки с динамическим торможением может быть обеспечена при соблюдении следующих основных условий:

1. Схема динамического торможения должна исключить возможность «опрокидывания» подъемного двигателя при любых практически возможных режимах торможения.

2. Пониженная скорость спуска должна автоматически поддерживаться постоянной в заданных пределах независимо от изменения угла наклона ствола или от изменения величины опускаемого груза.

3. Динамическое торможение должно осуществляться в любом положении рукоятки управления и одновременно с механическим рабочим торможением.

4. Переход с режима динамического торможения на двигательный режим должен производиться только с нулевого положения командоконтроллера.

5. Для более надежного торможения может быть предусмотрена форсировка возбуждения при включении контакторов ускорения.

6. Для получения большего эффекта торможения необходимо начало динамического торможения осуществлять при полностью введенном в цепь ротора сопротивлении с последующим закорачиванием их с выдержкой времени по ступеням.

7. В схеме должно исправно работать реле, контролирующее целостность цепей возбуждения и наличие в них тока.

8. Должна быть обеспечена взаимная электрическая и дуговая блокировка между реверсивными контакторами и контактором динамического торможения.

9. Во избежание появления чрезмерных и недопустимых замедлений схема должна иметь блокировку, исключающую возможность одновременного действия предохранительного механического тормоза и динамического торможения.

При ревизии и наладке электродинамического торможения необходимо проверить:

1) величину тока возбуждения статора подъемного электродвигателя для обеспечения устойчивой работы динамического торможения при всех возможных режимах работы подъемной установки и отрегулировать его. Постоянный ток (А) возбуждения, необходимый для осуществления динамического торможения, в случае отсутствия проектных данных, в первом приближении принимается равным

$$I_{\text{п}} = 0{,}9 \div 1{,}0 I_{\text{ср}}, \tag{4.26}$$

где $I_{\text{ср}}$ — средняя величина тока, потребляемого двигателем в период равномерного хода при подъеме расчетного груза, А.

Напряжение (В) необходимое для поддержания указанного тока, определяется по формуле

$$U_{\text{п}} = 2 I_{\text{п}} R_{\text{ф}}, \tag{4.27}$$

где $R_{\text{ф}}$ — омическое сопротивление фазы статора, Ом; оно может быть измерено мостом или определено приближенно по формуле

$$R_{\text{ф}} = \frac{U_{\text{ст}} S\%}{170 I_{\text{ст}}}, \tag{4.28}$$

где $U_{\text{ст}}$ — номинальное напряжение статора двигателя, В; $S$ — номинальное скольжение, %; $I_{\text{ст}}$ — номинальный ток статора двигателя, А;

2) правильность выбора генератора динамического торможения по напряжению. Обычно мощность генератора динамического торможения принимается равной 3 % установленной мощности подъемного двигателя. Номинальное напряжение генератора при напряжении статора двигателя 3000 В принимается 115 В, а при 6000 В — 230 В;

3) обратную связь и отрегулировать ее работу.

При наладке устройств динамического торможения необходимо добиться устойчивой работы подъемного двигателя при любых практически возможных колебаниях момента опускающегося груза; кроме того, следует добиться стабилизации скорости опускания грузов при помощи увеличения эффекта обратной связи.

Для эффективной работы обратной связи необходимо, чтобы источник динамического торможения при расчетном режиме работал на ненасыщенной части своей характеристики обладал запасом напряжения 50—60 %. Увеличение эффекта обратной связи достигается перераспределением величин напряжений, поступающих от независимого источника тока возбуждения и от устройства обратной связи. Чем выше величина напряжения от обратной связи по сравнению с напряжением от независимого источника тока возбуждения, тем жестче стабилизация скорости при опускании грузов.

Обычно в обмотке возбуждения ГДТ ток от независимого источника возбуждения устанавливается равным 30—40 % суммарного потребляемого тока возбуждения. Общий ток возбуждения статора $I_п$ подъемного двигателя (предварительно подсчитанный, как это указано выше) и соотношение тока от независимого источника и узла обратной связи более точно определяются и окончательно устанавливаются в процессе наладки регулированием соответствующих установочных резисторов и включением необходимого числа вторичных обмоток трансформаторов обратной связи, в качестве которых обычно применяют трансформаторы тока. Напряжение на зажимах вторичных обмоток трансформаторов зависит от частоты вращения ротора подъемного двигателя и от внешнего сопротивления в их цепи. Чем больше частота вращения ротора, тем выше напряжение. Коэффициент трансформации трансформаторов в узле обратной связи резко снижается при уменьшении частоты в цепи ротора до 10 Гц, т. е. при снижении скорости вращения до 20 % номинальной. Поэтому при малой скорости эффект обратной связи значительно снижается, что следует иметь в виду при наладке динамического торможения. Этот недостаток обратной связи несуществен, так как интенсивная работа обратной связи необходима в основном при частоте вращения ротора двигателя более 40—50 % номинальной.

Для удовлетворительной работы узла обратной связи трансформаторы обратной связи должны выбираться не по номинальному току ротора, а по несколько меньшему, ориентировочно на 25—30 %.

Большое распространение получили схемы с раздельным питанием двух обмоток возбуждения ГДТ. При этом одна обмотка питается от независимого источника возбуждения, а вторая — от устройства обратной связи, которым может быть трансформатор обратной связи или тахогенератор. При этом обеспечивается высокая эффективность динамического торможения;

4) состояние реле и произвести их регулировку и насадку (см. 4.3.1.4);

5) работу подъемной установки в режиме электродинамического торможения. Проверку осуществить в средней части ствола следующим образом. При номинальной скорости опускания расчетного груза и расторможенной машине включить динамическое торможение при различных положениях рукоятки управления. Убедиться, что скорость спуска груза поддерживается автоматически в заданных пределах. При этом не должно происходить ни «опрокидывания» подъемного двигателя, ни срабатывания максимальной защиты в силовой цепи возбуждения. Указанную проверку произвести с соблюдением соответствующих предосторожностей во избежание появления чрезмерных скоростей и выхода двигателя из строя в случае недостаточно интенсивного действия динамического торможения. Предварительно необходимо проверить надежность работы предохранительного тормоза и ограничителя скорости.

## 4.4.6. Наладка комплекта электрооборудования для управления подземными подъемными машинами и лебедками

При ревизии и наладке комплекта электрооборудования (рис. 4.101) необходимо проверить:

1) состояние и исправность оболочек, крепежных изделий, заземления (проверку произвести внешним осмотром);

2) качество монтажа. Монтаж электрооборудования должен быть выполнен в соответствии с проектом;

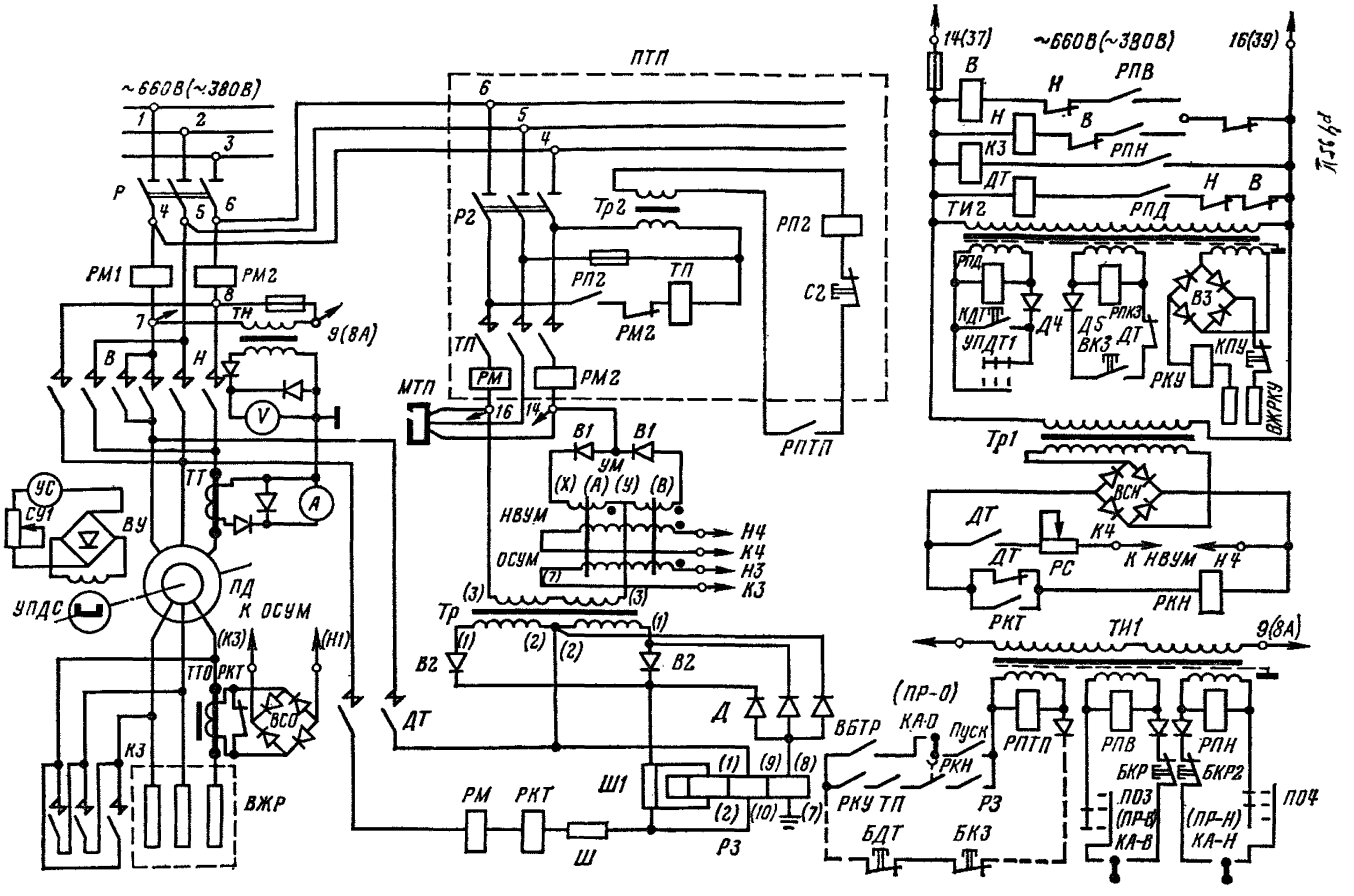



**Рис. 4.101. Принципиальная схема комплекта электрооборудования шахтных подъемных машин и лебедок в исполнении РВ с искробезопасными цепями**

3) состояние соединения рукоятки управления с жидкостным реостатом, которое должно быть выполнено так, чтобы были устранены все зазоры, наличие которых не позволит плавно, без рывков производить управление электродвигателем;

4) исправность механической (электрической) блокировки рукояток управления жидкостным реостатом и командоаппаратом;

5) состав электролита в жидкостном реостате. В качестве электролита обычно используется 3—5 %-ный раствор кальцинированной соды;

6) сопротивления изоляции цепей управления и защиты;

7) правильность соединения первичных обмоток трансформатора *Тр* (последовательное — при напряжении сети 660 В, параллельное — при напряжении 380 В);

8) работу отдельных узлов схемы управления и защиты. Подать напряжение в схему, проверить работу отдельных узлов схемы управления и защиты машины в двигательном режиме, а затем произвести наладку электродинамического торможения в такой последовательности:

убедиться, что обмотки управления магнитного усилителя соединены так, т. е. чтобы магнитный поток, создаваемый обмоткой *НВУМ* (см. рис. 4.101), был направлен встречно с магнитным потоком рабочих обмоток, а магнитный поток обмотки *ОСУМ* — согласно с последним;

включить контактор *ДТ* при заторможенном двигателе, изменяя величину сопротивления резистора *РС*, установить ток динамического торможения равным 10 % номинального тока двигателя. При этом ток в обмотке *НВУМ* не должен превышать длительно допустимого тока для этой обмотки. Если регулировкой невозможно добиться желаемого результата, необходимо пересоединить отпайки первичных обмоток трансформатора *Тр*.

В некоторых случаях необходимо произвести пересоединение обмоток, например, если ток динамического торможения слишком велик, обмотки при напряжении сети 380 В следует включить не параллельно, а последовательно;

9) работу машины в двигательном режиме и режиме динамического торможения при спуске расчетного груза.

Эффективность действия обратной связи определяется количеством последовательно включенных обмоток *ОСУМ* (три, две или одна).

В процессе наладки необходимо окончательно установить величину тока динамического торможения и распределение ампер-витков между обмотками *НВУМ* и *ССУМ*, так, чтобы исключалась возможность «опрокидывания» двигателя и поддерживалась заданная стабильная скорость при спуске груза независимо от концевой нагрузки и угла наклона выработки.

### 4.4.6.1. Совершенствование аппаратуры управления малыми шахтными подъемными машинами и лебедками

В процессе эксплуатации типовой схемы управления были выявлены дефекты, поэтому потребовалось внесение ряда существенных изменений и усовершенствований.

На рис. 4.102 приведены узлы схемы управления, подвергшиеся изменениям.

В процессе эксплуатации выходили из строя блоки БДТВ-400 из-за попадания напряжения 660 В (380 В) в цепь постоянного тока через электрическую дугу реверсивных контакторов вследствие отсутствия дуговой блокировки и неправильных действий машиниста подъемной установки. Для устранения этого недостатка в цепь защиты подъемной установки включают параллельно друг другу контакты переключателя реверсора *ПР—О* и динамического торможения *УПДТ2*, которые в нулевом положении замкнуты (рис. 4.102, *а*). Диоды *В2* выходили из строя вследствие их перегруза из-за отсутствия контроля цепи обмотки магнитного усилителя *НВУМ*. В цепи обмотки *НВУМ* типовой схемы осуществлено пересоединение контакта реле *РКТ* (рис. 4.102, *б* и см. рис. 4.101), в результате чего достигается контроль состояния контакта *ДТ* в цепи обмотки *НВУМ* и повышается уровень контроля со стороны реле *РКН*.

Для защиты трансформатора *Тр* и магнитного усилителя *УМ* при пробое диодов *В2* без обрыва цепи в типовой схеме управления произведено пересоеди-

нение реле *РМ* (рис. 4.102, *в*). С возрастанием тока в цепи *Тр* до опасной величины реле *РМ* включается и отключает пускатели, питающие блок динамического торможения и электромагнит предохранительного торможения. Второй вариант защиты при пробое диодов *В2* предусматривает включение во вторичную обмотку трансформатора *Тр* цепочки из реле *РЗП* (рис. 4.102, *д*) типа ПЭ-6 с катушкой постоянного тока 12 В и регулируемого резистора *РС2*. При пробое одного из диодов *В2* напряжение снижается в 2 раза и реле *РЗП* отключается.

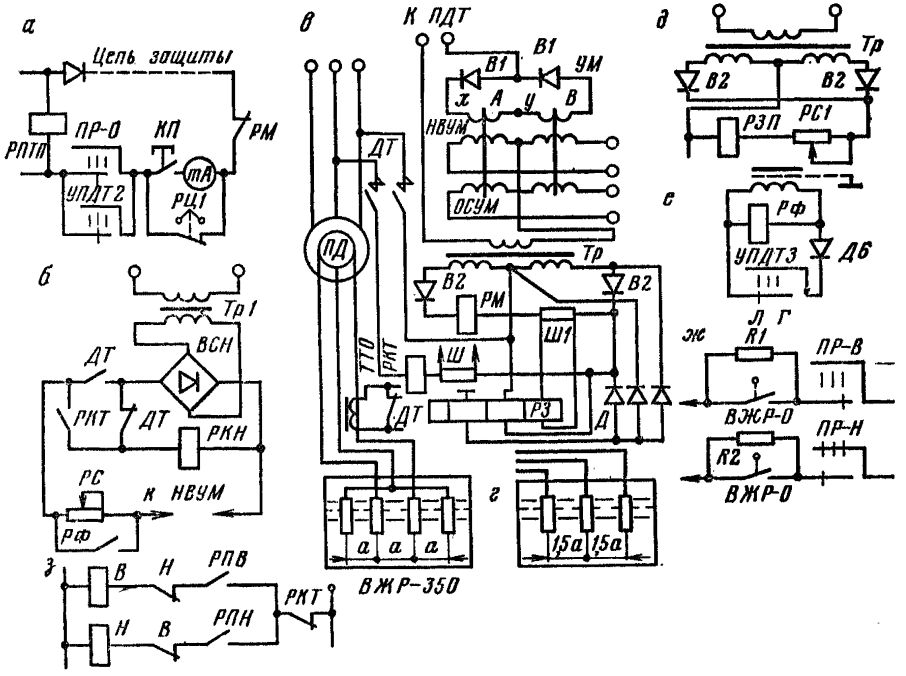



**Рис. 4.102. Усовершенствованные узлы схемы управления**

Диапазон регулирования скорости часто не обеспечивает оптимального режима динамического торможения в зависимости от концевой нагрузки. Поэтому рекомендуется предусматривать два режима работы подъемной установки для легкого и тяжелого груза. В этом случае используется контакт *УПДТ3* универсального переключателя и реле *РФ* (рис. 4.102, *е*).

Блокировка включения реверсивных контакторов *В* и *Н* (рис. 4.102, *з*) после окончания режима динамического торможения более надежно осуществляется введением в цепь включения их размыкающегося контакта реле контроля тока *РКТ*. Такая блокировка является своеобразной дуговой блокировкой.

Для этого в типовом комплекте аппаратуры (см. рис. 4.101) производят переключение (перемена местами) размыкающихся контактов *ДТ* и *РКТ* (рис. 4.102, *з*) соответственно в цепях трансформатора тока обратной связи (ТТО) и включения реверсивных контакторов *В* и *Н*.

Типовая схема управления предусматривала питание силовой цепи электродинамического торможения от пускателя предохранительного тормоза *ТП* (см. рис. 4.101). При отключении питающего напряжения контактором пускателя *ТП* и при разрыве цепи постоянного тока контактором *ДТ* возникают переходные процессы в замкнутой цепи: трансформатор *Тр* — магнитный усилитель *УМ* — электромагнит *МТП* (см. рис. 4.101). Это вызывает намагничивание электромагнита *МТП*, что приводит к его зависанию. Ток намагничивания в первичной цепи трансформатора *Тр* и магнитного усилителя *УМ* достигает такой

величины, при которой якорь электромагнита удерживается в течение 3—4 с на установках с напряжением в сети 660 В и 0,5—1 с — с напряжением 380 В.

Для предотвращения этого явления предложено изменить схему подключения блока динамического торможения, присоединив его к отдельному пускателю ПДТ (см. рис. 4.102, *в*). Катушка контактора пускателя ПДТ запитана от пускателя *ТП*. Для вывода концов катушки применяют проходные шпильки, с которых убирают концы свободной вторичной обмотки понижающего трансформатора.

Длительная эксплуатация комплекта аппаратуры с использованием взрывобезопасного жидкостного реостата ВЖР-350Р показала, что этот реостат работает ненадежно с подъемным двигателем при напряжении ротора выше 1000 В. Если электролит недостаточной концентрации и уровень его ниже нормального положения, то при большом роторном напряжении происходит пробой электролита между подвижными электродами. Для устранения этого явления производится пересоединение обмоток ротора двигателя со звезды на треугольник. В некоторых случаях целесообразно в реостатах ВЖР-350Р перейти с четырех электродов на три, благодаря чему увеличивается промежуток между ними в 1,5 раза и снижается вероятность пробоя. Некоторое возрастание тока через электролит при условии удовлетворительного охлаждения не оказывает существенного влияния на работу жидкостного реостата (см. рис. 4.102, *г*).

Пульты для управления подземными подъемными машинами и лебедками имеют механическую блокировку рукоятки управления жидкостным реостатом с ручкой универсального переключателя реверсора *ПР—В* (*Н*). Переключение его осуществляется установкой рукоятки управления в положение, соответствующее полностью введенному сопротивлению реостата. Если подъемные установки оснащены пультами управления устаревшей конструкции, схема должна быть дополнена электрической, блокировкой нулевого положения ножей жидкостного реостата, включенной в цепи реле *РПВ* и *РПН* (см. рис. 4.101 и рис. 4.102, *ж*).

Для проверки центробежных выключателей РМВ-7011, в цепь защиты подъемной машины параллельно контакту центробежного выключателя *РЦ1* подключается кнопка *КП* (см. рис. 4.102, *а*) и миллиамперметр *mA*. Проверку реле произвести следующим образом. Включить подъемную машину и нажать кнопку проверки *КП*. При превышении максимальной скорости контакт *РЦ1* размыкается, но включение предохранительного тормоза не происходит. Момент срабатывания центробежного реле определить по миллиамперметру, а величину превышения скорости — по скоростемеру.

### 4.4.6.2. Особенности наладки подземных подъемных установок

Прежде чем приступить к наладке подземной подъемной установки, необходимо выяснить, является ли шахта опасной по газу или пыли, и к какой категории по газообильности она относится.

Исходя из этого к электрооборудованию и в целом к подъемной установке предъявляют соответствующие требования:

1. В шахтах, опасных по газу или пыли, цепи управления, защиты и цепи измерения должны быть искробезопасными.

2. Для питания цепей управления подъемных машин и лебедок допускается напряжение не выше 36 В.

3. Для искробезопасных систем связи и сигнализации допускается в шахтах, опасных по газу или пыли, применение голых проводов при напряжении не выше 24 В.

4. В шахтах, не опасных по газу или пыли, допускается питание цепей сигнализации голыми проводами напряжением не выше 24 В.

5. Запрещается:

обслуживание электроустановок напряжением до 1000 В без применения диэлектрических перчаток, за исключением электроустановок 40 В и ниже;

ремонт электрооборудования и сетей, находящихся под напряжением;

включение сети напряжением до 1000 В и работа электроустановок при неисправной защите от токов утечки;

иметь под напряжением неиспользующиеся электрические сети, за исключением резервных;

открывать оболочки взрывобезопасного электрооборудования без предварительного замера газа, если при этом токоведущие части находятся под напряжением;

изменять в шахтных условиях заводскую калибровку реле в цепях электрической защиты и управления;

вносить изменения в конструкцию взрыво- и искробезопасной аппаратуры, а также устанавливать дополнительные элементы (реле, блок-контакты, проходные штыри и т. д.) без согласования с соответствующими организациями (МакНИИ, ВостНИИ).

Управление подъемными машинами и лебедками разрешается производить без диэлектрических перчаток при условии, если рукоятки управления имеют надежное изоляционное покрытие.

При проведении ремонтных и наладочных работ особое внимание нужно обращать на исправность взрывобезопасных оболочек, а также электрических частей, заключенных в них.

При ревизии и наладке взрывобезопасного оборудования необходимо проверить:

1. Наличие крепежных болтов и их затяжку, гайки и болты должны быть затянуты так, чтобы фланцы крышки и корпуса плотно прилегали по всему периметру; не допускается эксплуатация электрооборудования при отсутствии хотя бы одного болта или другого крепежного элемента;

2) наличие и исправность охранных колец для головок болтов и гаек;

3) исправность уплотняющих фланцев вводного устройства, а также наличие элементов уплотнения и закрепления кабеля во вводном устройстве, кабель не должен проворачиваться и перемещаться в осевом направлении; запрещается производить уплотнение кабеля изоляционной лентой, сырой резиной, обрезками оболочки гибких резиновых кабелей и т. п.;

4) герметичность закрытия кабельных вводов, не используемых в эксплуатации (осуществляется при помощи взрывонепроницаемой заглушки заводской конструкции);

5) отсутствие на взрывозащитных поверхностях вмятин;

6) надежность присоединения жил кабелей к зажимам электрооборудования; не допускается присоединение жил кабеля без применения корончатых латунных шайб или других равноценных устройств, предотвращающих расчленение проволочек жил кабелей; запрещается присоединение или отвод от одного зажима более одной жилы, если конструкцией зажима и присоединительной арматуры это не предусмотрено;

7) состояние монтажа внутренней проводки; поврежденные проводники заменить новыми;

8) исправность механических блокировок крышек оболочек с разъединителями.

Если устранить на месте обнаруженные неисправности не представляется возможным, электрооборудование должно быть заменено.

Особое внимание при наладке следует обратить на правильное соединение отдельных элементов (конечных и блокировочных выключателей, кнопочных постов и др.) в искробезопасных цепях, в которых используется «земля» в качестве дополнительного проводника: диод должен находиться в конце искробезопасной цепи и сразу же после него должно быть соединение с «землей». Если же после диода включены какие-либо аппараты, а потом они соединены с «землей», то при появлении другой «земли» после диода возможно исключение из работы отдельных аппаратов.

В подземных выработках шахт, опасных по газу или пыли, допускается использование переносных периодически применяемых электрических приборов в исполнении РН и в общепромышленном исполнении, если эти приборы не имеют нормально искрящих частей. Присоединению таких приборов к сети или отсоединению их должно предшествовать измерение концентрации метана как у места присоединения (отсоединения) прибора, так и в выработках на всем протяжении участка сети, параметры которого измеряются.

## 4.5. УПРАВЛЕНИЕ ПРИВОДОМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

### 4.5.1. Ревизия и наладка схемы управления и защиты синхронного двигателя и преобразовательного агрегата

При ревизии и наладке схемы управления и защиты синхронного двигателя преобразовательного агрегата (рис. 4.103) необходимо проверить:

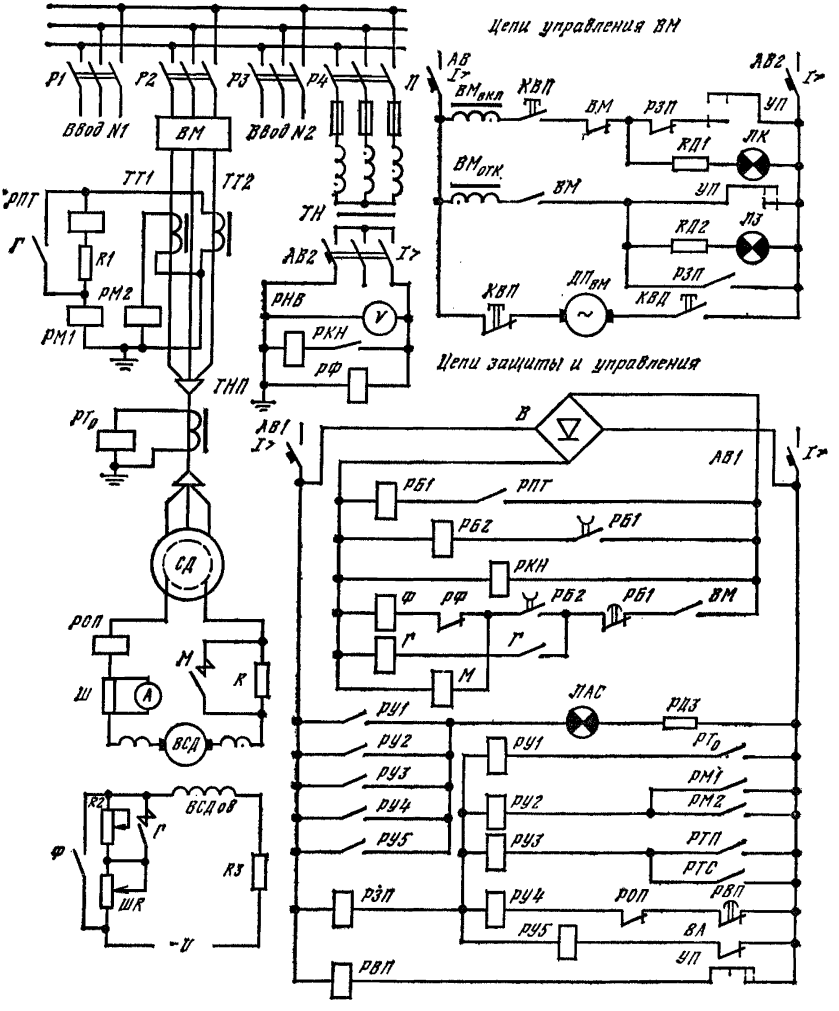



Рис. 4.103. Схема управления и защиты синхронного двигателя преобразовательного агрегата

1) состояние электрической схемы и сравнить ее с проектной. Проверить исправность установленного оборудования;

2) величину сопротивления разрядного резистора $R$, которое должно быть установлено в пределах 5—10-кратного значения активного сопротивления

обмотки возбуждения синхронного двигателя. При меньшей величине этого сопротивления затрудняется втягивание двигателя в синхронизм, при большей — возникает опасность пробоя изоляции обмотки ротора;

3) состояние пускового реле *РПТ* и установить ток его отключения равным 1,2 тока синхронного двигателя;

4) состояние реле *РБ1* и *РБ2* и установить выдержку времени на отключение в пределах 0,5—1,0 с;

5) состояние реле *РПВ* и установить предварительную выдержку времени на отключение в пределах 10—15 с;

6) состояние реле форсировки *РФ*. Реле должно быть настроено так, чтобы оно отключалось при снижении напряжения питающей сети до величины 0,75—0,80 номинального значения и включалось при восстановлении напряжения в питающей сети до 0,88—0,94 номинального значения;

7) состояние максимальной токовой защиты и произвести ее наладку (см. 4.7.2).

Произвести пуск синхронного двигателя и снять осциллограмму пуска. На осциллограмме зафиксировать: ток статора, напряжение питающей сети, ток ротора и частоту его вращения. При необходимости произвести окончательную настройку схемы управления и защиты.

## 4.5.2. Привод Г—Д с ЭМУ поперечного поля и промежуточным магнитным усилителем

### 4.5.2.1. Схема управления

Подъемный двигатель *Д* (рис. 4.104) получает питание от генератора *Г*. Ток возбуждения подъемного двигателя в период его работы остается неизменным, а во время пауз снижается примерно вдвое. Это осуществляется введением контактором *КОП* сопротивления добавочного резистора *РОП* в силовую цепь возбудителя *ВД* или в цепь его обмотки возбуждения. Для уменьшения времени нарастания тока возбуждения предусмотрена форсировка, осуществляемая контактором *КФ* и токовым реле форсировки *РФТ*, которое в период пауз отключается. Токовое реле *РНТ* является защитным и отключает свой якорь при исчезновении тока возбуждения.

Регулирование скорости подъемного двигателя и изменение направления его вращения производится изменением величины напряжения и полярности на зажимах якоря, что достигается изменением величины и направления тока в обмотке возбуждения главного генератора $Г_{о.в}$, которая получает питание от каскада двух усилителей. Выходной ступенью каскада является электромашинный усилитель поперечного поля (обычно ЭМУ-110 с четырьмя обмотками управления). Первой ступенью каскада является промежуточный магнитный усилитель ПМУ. Выход ПМУ подключен на две обмотки управления *ЭМУ*, соединенные последовательно $0III_1$—$0III_2$, $0IV_1$—$0IV_2$. Одна из обмоток *ЭМУ* используется для отрицательной обратной связи по напряжению его выхода. Изменение величины напряжения и полярности на зажимах обмотки возбуждения главного генератора производится изменением результирующей намагничивающей силы и ее направления в обмотках ПМУ.

Обычно в схемах управления в качестве ПМУ применяется блок двухтактных магнитных усилителей типа *БД*, который имеет шесть обмоток управления:

основная задающая обмотка $ПМУ_{о.з}$;

обмотка задающая в режиме «Ревизия» $ПМУ_{о.з.р}$;

обмотка главной отрицательной обратной связи по скорости $ПМУ_{о.с}$;

обмотка гашения $ПМУ_{о.г}$;

обмотка токоограничения $ПМУ_{о.т}$;

стабилизирующая обмотка $ПМУ_{ст}$.

При ручном и автоматическом режимах управления направление и частота вращения приводного двигателя задается направлением и величиной тока в обмотке $ПМУ_{о.з}$, а в режиме «Ревизия» — обмоткой $ПМУ_{о.з.р}$. В узле задания используются бесконтактные командоаппараты, выполненные на базе сельсинов типа БД-501 А.

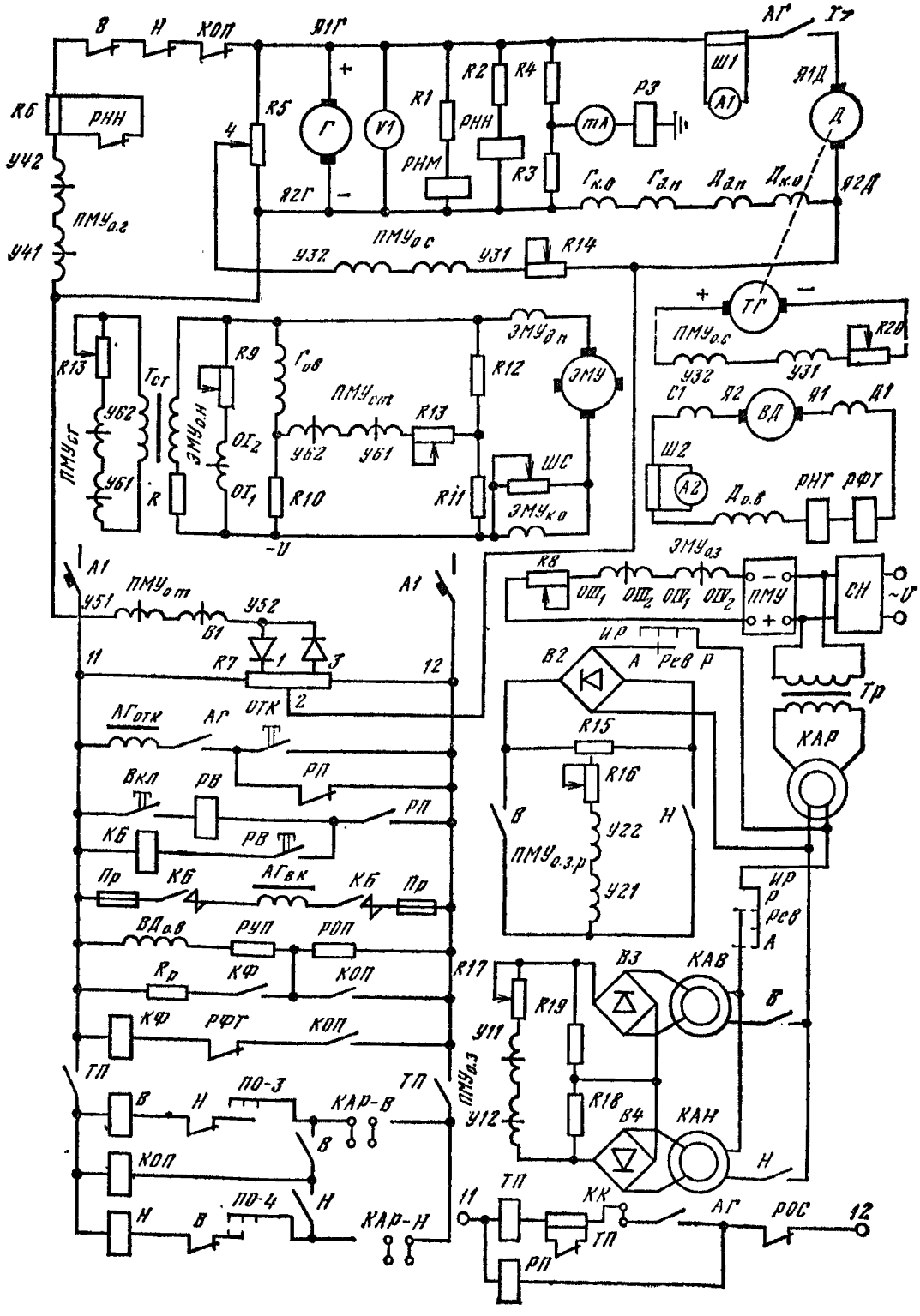



**Рис. 4.104. Схема управления приводом Г—Д с ЭМУ поперечного поля и промежуточным магнитным усилителем**

Питание обмотки возбуждения сельсинного командоаппарата ручного управления *КАР* осуществляется через понижающий трансформатор *Тр* от стабилизатора напряжения *СН*, а его ротор связан с рукояткой управления. При нулевом положении рукоятки выходное напряжение сельсина равно нулю, при перемещении ее в одно или другое крайнее положение напряжение достигает максимальной величины. С рукояткой управления также связаны блок-контакты *КАР-В* и *КАР-Н*, управляющие контакторами выбора направления вращения *В* и *Н*.

В режиме «Ревизия» выходное напряжение *КАР* через контакт избирателя режима *ИР* подается на выпрямитель *В2*, а выпрямленное напряжение — на резистор *R15*, средняя точка которого через резистор *R16* соединена с обмоткой $ПМУ_{о.з.р}$. При включении контактора *В* к началу обмотки $ПМУ_{о.з.р}$ подключается положительный зажим выпрямителя, при включении контактора *Н* — отрицательный. Этим обеспечивается изменение направления тока в обмотке $ПМУ_{о.з.р}$ и, следовательно, полярности напряжения на выходе *ПМУ*.

В ручном и автоматическом режиме *КАР* устанавливается в одно из крайних положений. Снимаемое с него напряжение подается на командоаппарат автоматического управления (*КАВ* или *КАН*), роторы которых связаны с ретардирующими дисками программного устройства (указателя глубины) и осуществляют регулирование скорости вращения подъемного двигателя в функции пути. После выпрямления напряжение работающего командоаппарата подается на соответствующий резистор (*R18* или *R19*). Полярность на зажимах основной задающей обмотки $ПМУ_{о.з}$ определяется наличием напряжения на выходе одного или другого командоаппарата автоматического управления, а величина — углом поворота его ротора.

Последовательное соединение *КАР* и *КАВ* (*КАН*) позволяет машинисту вмешиваться в процесс управления машиной при автоматическом управлении, перемещая рукоятку, связанную с *КАР*. При этом он может только уменьшить скорость машины, но не увеличить ее.

Гашение напряжения от остаточного магнетизма *ЭМУ* и главного генератора осуществляется обмоткой $ПМУ_{о.г}$. При установке рукоятки *КАР* в нулевое положение отключаются контакторы *В* (или *Н*) и *КОП*, обмотка $ПМУ_{о.р}$ включается на напряжение якоря главного генератора через резистор *R6* и обтекается током в направлении, приводящем к снижению напряжения главного генератора. Когда напряжение главного генератора значительно снизится, отключится реле низкого напряжения *РНН* и своим размыкающим контактом зашунтирует часть сопротивления резистора *R6*, чем ускорит снижение и уменьшит величину остаточного напряжения почти до нуля.

В процессе работы подъемной машины ее скорость должна точно соответствовать значению тока в задающей обмотке усилителя. Однако этому препятствуют явление гистерезиса *ЭМУ*, *ПМУ* и изменение статической нагрузки. Для уменьшения их влияния вводится отрицательная обратная связь по скорости, т. е. система делается замкнутой. Магнитный поток, создаваемый обмоткой обратной связи по скорости, направлен встречно магнитному потоку обмотки задания, а по величине выбирается таким, чтобы суммарный магнитный поток обеих обмоток обеспечивал заданное напряжение генератора. На рис. 4.104 показано подключение обмотки $ПМУ_{о.с}$ через резистор *R14* в диагональ тахометрического моста (точка *4* и *Я2Д*), плечами которого являются: участки резистора *R5*, якорь подъемного двигателя *Д*, а также обмотки компенсационные и добавочных полюсов главного генератора и подъемного двигателя. В другую диагональ моста подается напряжение от якоря генератора *Г*. Если плечи моста уравновешены, то при неподвижном двигателе *Д* в обмотке $ПМУ_{о.с}$ ток не появляется, какое бы напряжение не развивал генератор. Но только двигатель приходит во вращение, в его якоре индуктируется противо-э. д. с., направленная встречно подводимому напряжению. В обмотке $ПМУ_{о.с}$ появляется ток, прямо пропорциональный частоте вращения подъемного двигателя. При увеличении нагрузки на подъемный двигатель его частота вращения несколько снижается, ток в обмотке $ПМУ_{о.с}$ уменьшается, в результате чего растет результирующий магнитный поток *ПМУ*, что приводит к увеличению напряжения генератора, а значит, и к увеличению частоты вращения двигателя. Благодаря этому частота

вращения подъемного двигателя поддерживается близкой к заданному уровню независимо от колебаний нагрузки. Следовательно, введение обратной связи по скорости увеличивает жесткость характеристик системы *Г—Д*.

Кроме того, введением обратной связи достигается уменьшение времени протекания переходных процессов в системе.

Обратная связь по скорости может быть выполнена также включением обмотки $ПМУ_{о.с}$ на якорь тахогенератора (на рис. 4.104 такое подключение показано пунктиром).

Узел токоограничения служит для предохранения механической части подъема от перегрузок и от чрезмерных токов якорей генератора и двигателя, а также обеспечения плавного замедления и ускорения подъемной машины вне зависимости от возможных резких перемещений рукоятки *КАР*. Токоограничительная система действует автоматически как при двигательном, так и при генераторном режиме работы.

Ограничение тока в главной цепи основано на сравнении опорного напряжения на участках *1—2* и *2—3* резистора *R7* с падением напряжения на участке цепи главного тока *Я2Г—Я2Д*. Для появления тока в обмотке $ПМУ_{о.т}$ это напряжение должно превзойти опорный потенциал на соответствующем участке сопротивления резистора *R7*. Поэтому при малых токах в главной цепи обмотка $ПМУ_{о.т}$ током не обтекается и влияния на работу подъемной машины не оказывает.

Обмотку токоограничения $ПМУ_{о.т}$ необходимо включать так, чтобы создаваемый ею поток был направлен встречно потоку обмотки $ПМУ_{о.з}$ при работе двигателя в двигательном режиме и согласно — при работе в генераторном режиме.

Возможно применение более простой, но менее точной схемы токоограничения с использованием стабилитронов, включаемых последовательно с обмоткой $ПМУ_{о.т}$ вместо узла опорных напряжений (на схеме не показано).

Для достижения устойчивости работы системы и получения плавного переходного процесса используют гибкие обратные связи. Для стабилизации обычно задействована отдельная обмотка $ПМУ_{ст}$ (стабилизирующая). При любых ее способах подключения она должна противодействовать всяким изменениям установившегося режима системы.

На рис. 4.104 в качестве основного показан вариант исполнения узла стабилизации с использованием дифференцирующего моста, образованного из трех резисторов *R10*, *R11*, *R12* и обмотки возбуждения главного генератора. В диагональ моста включена обмотка стабилизации $ПМУ_{ст}$. При сбалансированном мосте $R12/R11 = R_{г.ов}/R10$ и в установившемся режиме напряжение на диагонали моста равно нулю. При переходных процессах вследствие индуктивности обмотки возбуждения $Г_{о.в}$ баланс моста нарушается и через обмотку стабилизации $ПМУ_{ст}$ начинает протекать ток, противодействуя всяким изменениям установившегося режима системы.

Там же пунктиром показано подключение узла стабилизации, выполненного на базе стабилизирующего трансформатора $Т_{ст}$. При возрастании напряжения на выходе *ЭМУ* во вторичной обмотке индуктируется э. д. с., пропорциональная скорости возрастания напряжения. Обмотка $ПМУ_{ст}$ включена так, чтобы протекающий по ней ток стремился уменьшить напряжение *ЭМУ*. Этим достигается уменьшение скорости изменения напряжения на выходе каскада *ПМУ—ЭМУ* при резких изменениях токов в обмотках управления. Система управления становится более устойчивой.

Возможно также применение узла стабилизации с использованием конденсаторов, включаемых последовательно с обмоткой стабилизации через сопротивление добавочного резистора (на рис. 4.104 не показано).

Общее состояние системы управления определяется результирующей намагничивающей силой (н. с.) ПМУ:

$$F_{рез} = F_з - F_{о.с} \pm F_т \pm F_{ст}, \qquad (4.29)$$

где $F_з$ — задающая н. с.; $F_{о.с}$ — н. с. обратной связи по скорости; $F_т$ — н. с. токоограничения; $F_{ст}$ — стабилизирующая н. с.

В установившемся режиме при работе с токами, меньшими уставки токо* ограничения, уравнение (4.29) приобретает вид

$$F_{рез} = F_з - F_{о.с}. \tag{4.30}$$

В замкнутой системе имеет место форсирование процесса изменения частоты вращения двигателя. Отношение задающего сигнала к сигналу рассогласования называется коэффициентом форсировки

$$K_ф = \frac{F_з}{F_з - F_{о.в}}. \tag{4.31}$$

Для практических расчетов пригодно выражение

$$K_ф = \frac{I_з}{I_з - I_{о.с}\dfrac{I_{з.н}}{I_{о.с.н}}}, \tag{4.32}$$

где $I_з$ и $I_{о.с}$ — токи в обмотках задания и обратной связи, А; $I_{з.н}$ и $I_{о.с.н}$ — номинальные токи обмоток задания и обратной связи, А.

В цепь главных электрических машин включен автомат *АГ*, управление которым производится дистанционно с пульта управления машиниста. Предусмотрено также его автоматическое отключение от максимальной защиты прямого действия и при отключении реле *РП*, цепь катушки которого размыкается при срабатывании ряда защит [реле *РНМ*, *РЗ*, блок-контакт масляного выключателя *ВМ* синхронного двигателя (на схеме не показан) и т. д.].

### 4.5.2.2. Наладка схемы управления с ЭМУ и промежуточным магнитным усилителем (ПМУ)

При наладке схемы управления необходимо проверить:

1) схему цепи главного тока и цепей вторичной коммутации и сравнить с проектной. Устранить ошибки, допущенные при проектировании и монтаже установки;

2) состояние защитного заземления (см. 4.9);

3) величину сопротивления изоляции электрических машин, аппаратов, цепей управления и защит;

4) состояние релейно-контакторной аппаратуры (см. 4.3.1), и установить необходимые функциональные уставки согласно проекту или действующим нормам;

5) правильность включения выводов обмоток всех электрических машин, промежуточного магнитного усилителя и стабилизирующего трансформатора и согласовать их. Для этого в схеме управления проставить обозначения начал и концов всех обмоток и полярности выводов электрических машин и аппаратов. Методом логических рассуждений убедиться, что выводы всех электрических машин и аппаратов включены правильно;

6) состояние электрических машин и аппаратов и произвести их наладку (см. 4.2);

7) величины сопротивлений всех резисторов схемы управления и установить их согласно проекту или расчету;

8) схему дистанционного управления автоматом главного тока (*АГ*). Автомат главного тока должен четко включаться и отключаться как с пульта управления, так и от аппаратов защиты;

9) схему возбуждения подъемного двигателя. Подать напряжение на вспомогательные агрегаты и произвести наладку возбуждения подъемного двигателя. После включения *ВД* (см. рис. 4.104) в цепи обмотки возбуждения $Д_{о.в}$ должен установиться ток, равный примерно половине номинального. При этом должно включиться реле *РНТ*. Нажатием вручную включить контактор *КОП* и убедиться в работе контактора форсировки *КФ*. Ток в цепи $Д_{о.в}$ должен быстро увеличиться до номинальной величины. При необходимости произвести корректировку величины и скорости нарастания тока возбуждения подъемного двигателя изменением величины сопротивления резисторов *РУП* и *РОП*.

Величина разрядного резистора $R_р$ должна в 10—15 раз превышать величину сопротивления обмотки возбуждения $Д_{о.в}$;

10) состояние аппаратов защиты и блокировок (см. 4.7);

11) схему управления и произвести ее наладку, для чего:

непосредственно на выводной сборке зажимов ПМУ отсоединить по одному концу всех обмоток управления;

в выводной коробке *ЭМУ* отсоединить по одному концу обмоток управления и разомкнуть якорную цепь;

рукоятку командоаппарата *КАР* установить в нейтральное положение; на резисторе *R7* отсоединить провод *11*;

блок-контакт автомата главного тока *АГ* (см. рис. 4.104) в цепи защиты зашунтировать перемычкой, что дает возможность произвести «зарядку» предохранительного тормоза подъемной машины без включения автомата главного тока;

произвести пуск синхронного двигателя преобразовательного агрегата, возбудителя подъемного двигателя, электромашинного усилителя и подать напряжение на стабилизатор *СН*;

произвести наладку узлов задания, гашения остаточного магнетизма, стабилизации и обратной связи по скорости.

Наладку узла задания произвести раздельно по обмоткам $ПМУ_{о.з}$ и $ПМУ_{о.з.р}$. Предварительно убедиться в правильности работы элементов узла. Произвести «зарядку» предохранительного тормоза при отключенном автомате главного тока *АГ* и переставив рукоятку управления в положение «Вперед», проверить, что включается контактор *В*. Если при этом избиратель режимов *ИР* установлен в положение «Ревизия», то в разрыве отключенной обмотки $ПМУ_{о.з.р}$ должно появиться напряжение. В остальных положениях избирателя режимов напряжение должно появляться в разрыве обмотки $ПМУ_{о.з}$. Переставив рукоятку *КАР* в положение «Назад», убедиться, что включается контактор *Н*, а в разрывах обмоток $ПМУ_{о.з}$ и $ПМУ_{о.з.р}$ появляется напряжение обратной полярности. После этого концы названных обмоток присоединить к сборке зажимов. По вольтметру, присоединенному на выход *ПМУ*, проверить, что в крайних положениях *КАР* напряжение на выходе *ПМУ* достигает максимального значения, а его знак изменяется при перемене направления перестановки рукоятки.

Выходной зажим *ПМУ* присоединить на место и ввести в работу узел отрицательной обратной связи по напряжению *ЭМУ*. Чтобы убедиться в правильности присоединения обмотки $ЭМУ_{о.н}$ рукоятку *КАР* слегка сместить с нейтрального положения в любую сторону и после появления на выходе *ЭМУ* напряжения, кратковременно набросить отсоединенный ранее конец обмотки $ЭМУ_{о.н}$. Если напряжение *ЭМУ* при этом снижается, конец обмотки $ЭМУ_{о.н}$ оставить присоединенным. Резкое повышение напряжения *ЭМУ* свидетельствует о неправильном присоединении обмотки $ЭМУ_{о.н}$.

Собрать силовую цепь *ЭМУ* и проверить работу узла задания совместно с обоими усилителями *ЭМУ* и *ПМУ*.

Медленно перевести рукоятку *КАР* из одного направления движения в другое и проверить полярность и величину напряжения на якорных зажимах главного генератора. Полярность должна совпадать с указанной на схеме. Не следует доводить напряжение главного генератора выше 50 % номинального. При отсутствии главной обратной связи это может привести к перенапряжению генератора.

Ввести в работу узел стабилизации. При любом исполнении узла правильность подключения обмотки $ПМУ_{ст}$ проверить по изменению скорости нарастания напряжения главного генератора при периодическом изменении величины тока в задающей обмотке. Если стабилизирующая обмотка подключена правильно, скорость изменения напряжения заметно уменьшается.

Ввести в работу обмотку гашения $ПМУ_{о.г}$ и обмотку обратной связи по скорости $ПМУ_{о.с}$, предварительно убедившись в правильности их подключения таким же способом, каким проверялось подключение обмотки $ЭМУ_{о.н}$.

Наладка узла обратной связи по скорости, в котором сигнал фактической скорости снимается с тахогенератора, произвести при пробном пуске подъемного двигателя с разомкнутой обмоткой $ПМУ_{о.с}$. Здесь требуется особая осторож-

ность, так как до начала наладки двигатель обычно соединен с подъемной машиной. Поэтому пробные перегоны следует производить на малой скорости с порожними подъемными сосудами, находящимися в средней части ствола. Правильность подключения обмотки обратной связи проверить кратковременным набросом ее отсоединенного конца. Скорость подъемной машины при этом должна уменьшиться.

Необходимой жесткости механических характеристик системы добиться путем изменения величины сопротивления резистора *R14*, т. е. за счет изменения коэффициента форсировки. В рассматриваемой системе привода принимают коэффициент форсировки равным 8—12. Бо́льшим значениям коэффициента форсировки соответствует бо́льшая жесткость механических характеристик.

Наладку узла токоограничения произвести при включенном автомате главного тока, предварительно сняв с его блок-контакта в цепи защиты шунтирующую перемычку.

Медленным перемещением рукоятки командоаппарата *КАР* установить ток в главной цепи, равный примерно 20—25 % номинального. На короткое время подключить отсоединенный конец обмотки токоограничения $ПМУ_{о.т}$, предварительно еще раз убедившись, что провод *11* от потенциометра *R7* отсоединен. При правильном подключении обмотки $ПМУ_{о.т}$ напряжение на главном генераторе и ток главной цепи должны снизиться. Увеличение тока свидетельствует о неправильном подключении обмотки $ПМУ_{о.т}$.

После окончательного присоединения обмотки $ПМУ_{о.т}$ и провода *11* к потенциометру *R7* наладка узла сводится к проверке правильности его работы при повышенных токах в главной цепи.

Регулированием положения жимков *1* и *3* на потенциометре *R7* добиться, чтобы токоограничение вступало в действие при токе, равном 1,5—1,8 номинального тока двигателя, а ток упора не превышал 2—2,3 этой величины.

Проверку токоограничения произвести в обоих крайних положениях рукоятки *КАР*.

Чтобы исключить влияние обмотки токоограничения при нормальных рабочих токах, обратный ток вентилей должен быть по возможности меньшим. В качестве вентилей рекомендуется применять кремниевые диоды.

В процессе регулировки узла токоограничения, во избежание перегрева коллектора подъемного двигателя, нельзя допускать, чтобы ток максимальной силы обтекал якорь двигателя более нескольких секунд. Рекомендуется перед каждой проверкой проворачивать якорь двигателя на 1/4 полюсного деления.

После наладки узла токоограничения произвести окончательную настройку узла стабилизации. Настройка производится опытным путем. При быстрых перемещениях рукоятки управления рост и снижение напряжения главного генератора должны быть плавными, без скачков и колебаний около установившегося значения.

Настройку узла стабилизации, построенного на основе стабилизирующего трансформатора, произвести изменением толщины немагнитных прокладок под ярмом магнитопровода стабилизирующего трансформатора и величины сопротивления добавочного резистора *R13*.

В случае применения динамического моста стабилизацию регулировать только изменением величины сопротивления резистора *R13*.

Следует иметь в виду, что если описанные выше регулировки производятся при холодных машинах, то при нагреве их до установившейся температуры необходимо произвести соответствующую корректировку, так как с нагревом машин изменяется величина сопротивления их обмоток;

12) схему тахометрического моста и произвести его наладку. Балансировку тахометрического моста произвести изменением положения жимка *4* на потенциометрическом резисторе *R5*. (Балансировку произвести после наладки узла дистанционного управления автоматом главного тока и узла токоограничения);

13) работу подъемной установки под нагрузкой. При этом проверить выполнение командоаппаратами автоматического управления *КАВ* и *КАН* заданной тахограммы при перегоне порожних сосудов и при подъеме расчетного груза.

Во всех случаях разница в скоростях машины в течение всего цикла должна быть незначительной. Если имеется большая разница в скоростях дотяжки при подъеме порожнего и груженого сосудов, в результате чего груженый сосуд не дотягивается или дотягивается слишком медленно, необходимо увеличить жесткость характеристик системы. После окончания наладки схемы управления снять осциллограмму цикла подъема, на которой записать действительную скорость подъемных сосудов, ток главной якорной цепи, напряжение главного генератора, ток задания. В случае необходимости произвести дополнительную подстройку отдельных узлов.

### 4.5.3. Привод Г—Д с промежуточным и силовым магнитными усилителями

Для управления возбуждением главного генератора используется двухкаскадный реверсивный магнитный усилитель. Первый каскад усиления состоит из однофазного промежуточного магнитного усилителя *ПМУ* (рис. 4.105), получающего питание от статического преобразователя частоты *ПЧ*. Второй каскад состоит из двух силовых магнитных усилителей *СМУ1* и *СМУ2*, собранных в трехфазную реверсивную мостовую схему.

В плечи моста включены полуобмотки возбуждения генератора $Г_{о.в1}$, $Г_{о.в2}$ и балластные резисторы *РБ1* и *РБ2*. Питание входящих в схему силовых магнитных усилителей *СМУ1* и *СМУ2* осуществляется от сети 380 В через разделительные трансформаторы *Тр1* и *Тр2*. Для питания цепей смещения предусмотрен трансформатор *Тр3*.

Мост собран так, что ток в полуобмотках генератора равен разности токов усилителей *СМУ1* и *СМУ2*, а ток в балластных резисторах — сумме этих токов. Полуобмотки, представляющие собой две одинаковые параллельные ветви обмотки возбуждения генератора, включены так, что их магнитодвижущие силы складываются. Изменение направления тока в полуобмотках генератора осуществляется изменением направления тока в обмотке управления $СМУ_{о.з}$ силового магнитного усилителя, которая является нагрузкой промежуточного магнитного усилителя *ПМУ*. Для уменьшения постоянной времени обмотки управления силового магнитного усилителя и для лучшего использования *ПМУ* по току управления в его нагрузочную цепь включен установочный резистор *РУ3*.

В силовом магнитном усилителе, кроме задающей обмотки $СМУ_{о.з}$, используются еще две обмотки управления: обмотка смещения $СМУ_{см}$ служит для выбора начальных рабочих точек на характеристиках силовых магнитных усилителей, а со второй обмотки $СМУ_{ст}$ снимается сигнал на стабилизирующую обмотку $ПМУ_{ст}$, включенную через добавочный резистор $R_{ст1}$.

Силовые магнитные усилители *СМУ1* и *СМУ2* являются элементами комплектных устройств, в которые также входят выпрямители *ВМ1—ВМ3*, трансформаторы *Тр1—Тр3*, резисторы, контрольно-измерительные приборы (на схеме не показаны).

Имеется три типоразмера комплектных устройств на токи 27, 58 и 86 А, в которых использованы трехфазные силовые магнитные усилители типа УМЗП. Силовые магнитные усилители управляются промежуточными магнитными усилителями типа ТУМ-АК1-11, собранными в двухтактные блоки *БДК*.

Питание блока обеспечивается статическим преобразователем частоты типа ПЧМ-450/0,2.

Устройство узлов схемы управления, в которых используются обмотки управления *ПМУ*, мало отличаются от аналогичных узлов схемы привода *Г—Д* с *ЭМУ* и *ПМУ*.

В узле задания используют две обмотки управления: $ПМУ_{о.з1}$ и $ПМУ_{о.з2}$. В режиме «Ревизия» контактором избирателя режимов *ИР* в цепь обмотки возбуждения *КАР* вводится резистор $R_{рев}$, чем ограничивается максимальная скорость подъемной машины в этом режиме.

В цепи обмотки обратной связи по скорости $ПМУ_{о.с}$ предусмотрен конденсатор $C_1$, обеспечивающий подавление колебаний системы в переходных режимах.

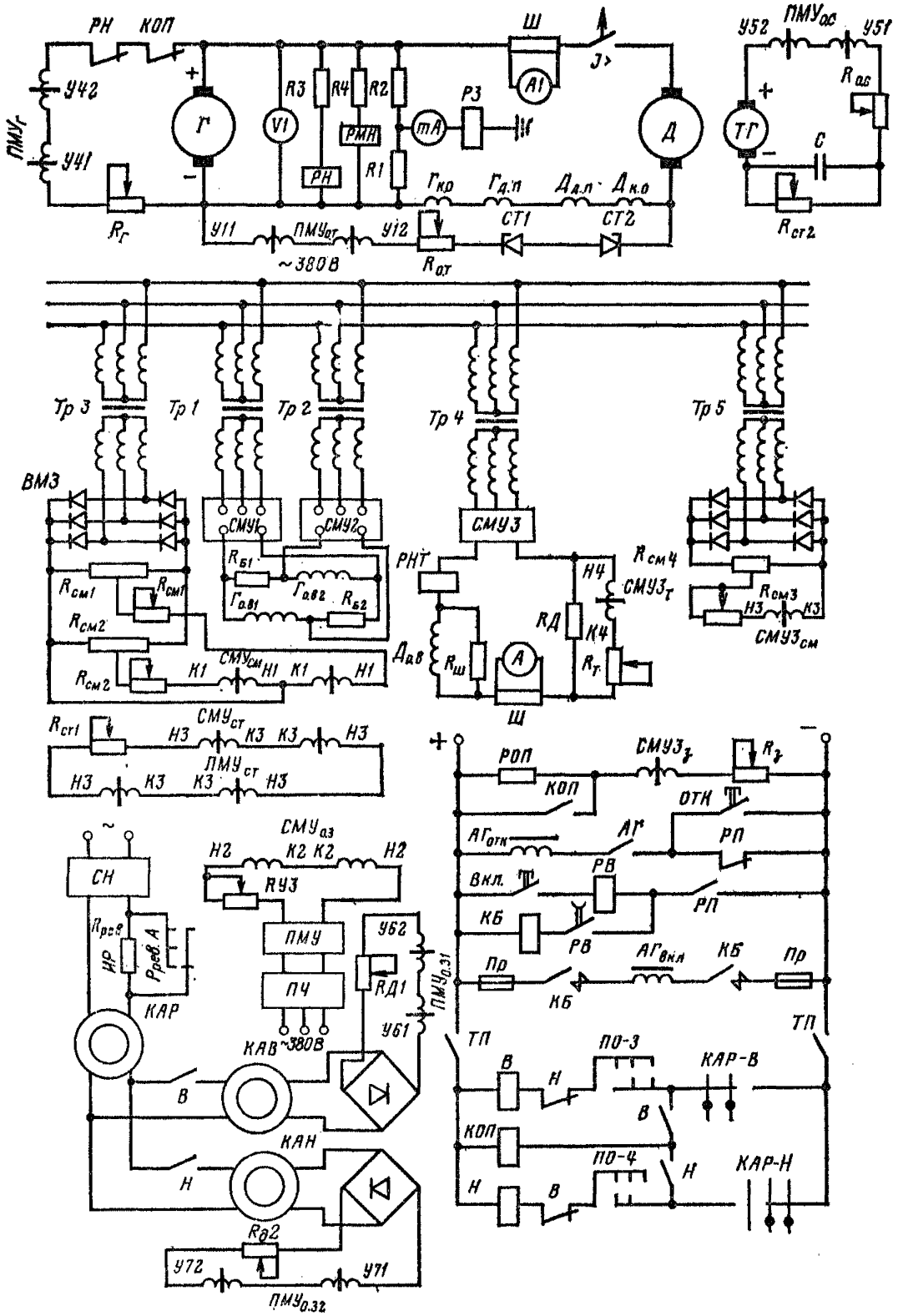



Рис. 4.105. Схема управления приводом Г—Д с промежуточным и силовым магнитными усилителями

Гашение напряжения от остаточного магнетизма одноступенчатое. Обмотка гашения $ПМУ_г$ вступает в действие только после замыкания ее цепи контактом реле *РН*, которое настраивается на отключение при понижении напряжения главного генератора до 20—25 % номинального значения.

Для возбуждения подъемного двигателя применен силовой трехфазный магнитный усилитель *СМУ3*, собранный в нереверсивную схему. Усилитель питается от разделительного трансформатора *Тр4*.

Управление возбуждением двигателя осуществляется посредством обмоток управления силового магнитного усилителя *СМУ3*. Схема управления обеспечивает поддержание при стоянке подъемной машины пониженного тока возбуждения $I_{в.п}$ и форсированный рост тока возбуждения до номинального значения $I_{в.н}$. В схеме управления возбуждением двигателя используют три обмотки усилителя. Задающая обмотка $СМУ3_з$ получает питание от источника постоянного напряжения цепей управления. При стоянках подъемной машины ток возбуждения ослабляется за счет введения в цепь задающей обмотки сопротивления резистора ослабления поля *РОП*.

Выбор величины смещения производится за счет изменения тока в обмотке $СМУ3_{см}$. Обмотка смещения включена встречно задающей обмотке. Встречно задающей обмотке действует и токовая обмотка $СМУ3_т$, чем обеспечивается форсированный рост тока возбуждения при увеличении тока задания.

В узле токоограничения применены стабилитроны *СТ1* и *СТ2*, включенные встречно. Начало работы узла токоограничения определяется напряжением пробоя стабилитронов, ток упора — суммарной величиной сопротивления цепи обмотки токоограничения $ПМУ_{о.т}$.

Наладка данной схемы управления производится аналогично наладке схемы с *ЭМУ* и *ПМУ*.

## 4.6. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

### 4.6.1. Требования к автоматизированным подъемным установкам

Автоматизированные подъемные установки должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечивать надежную работу установки без постоянного присутствия обслуживающего персонала.

2. Схема автоматизации должна предусматривать следующие способы управления:

автоматическое — цикл выполняется автоматически после получения разрешающих сигналов от аппаратов, контролирующих процессы загрузки и разгрузки скипов;

дистанционное — цикл выполняется автоматически по сигналам оператора загрузочного устройства;

местное — цикл выполняется автоматически по сигналам машиниста подъемной установки;

ручное — управление машиной осуществляется машинистом подъемной установки.

Автоматическое управление является основным. Остальные способы управления следует рассматривать, как вынужденные и применять их только на период времени, необходимого для устранения неполадок, исключающих возможность автоматического управления.

3. Перевод установки в автоматическое (дистанционное, местное) управление должен быть возможен только в конечных положениях подъемных сосудов. Возможность перехода на ручное управление должна предусматриваться при любом положении подъемных сосудов в стволе.

4. Предусматривать остановку сосудов в промежуточных точках ствола (режим «отбоя»), если по условиям эксплуатации их невозможно остановить в крайних положениях на длительный промежуток времени. Рекомендуется поднимаемый сосуд останавливать на «отбой» перед разгрузочными кривыми. Если

в зимнее время это неприемлемо из-за обмерзания сосуда и его содержимого, то следует дополнительно предусмотреть возможность постановки подъемных сосудов на «отбой» в теплой части ствола.

5. Производительность подъемной установки при автоматическом управлении должна быть не ниже средней производительности при ручном управлении машиной наиболее опытным машинистом этой установки.

6. На всех автоматизированных подъемных установках должны быть установлены защитные и блокировочные устройства (см. 4.7).

7. Схема автоматического управления должна обеспечивать максимальный самоконтроль с тем, чтобы повреждения отдельных элементов (обрыв в обмотках катушек, обрыв соединительных проводов, выход из строя полупроводниковых элементов и т. п.) не приводили к возникновению аварийной ситуации.

8. Аппарат программного управления и регулятор хотя бы одного из ограничителей скорости должны иметь раздельный привод, если исправность его кинематической цепи не контролируется.

9. Каждое дублирующее защитное устройство должно независимо реагировать на отклонение от нормального режима работы, т. е. выход из строя одного из них не должен сказываться на работе другого.

10. Многоканатные подъемные установки и установки с одноканатным шкивом трения, имеющие привод путевых программных устройств и указателя глубины от вала машины, должны иметь устройства, автоматически приводящие их в соответствие с действительным положением подъемных сосудов в стволе после каждого цикла подъема.

11. Каждая автоматизированная подъемная установка должна иметь следующие дополнительные сигнальные устройства:

а) световую сигнализацию в здании подъемной машины:

об отсутствии горной массы в загрузочном бункере;

о заполнении приемного бункера;

о приходе подъемного сосуда в разгрузочные кривые;

о разгрузке подъемного сосуда;

об открытом и закрытом положениях затворов дозаторов загрузочного устройства;

о перегоне порожних скипов;

о введении команды «Отбой» из здания подъемной машины;

о введении команды «Отбой» из камеры загрузочного устройства или от опрокида;

б) световую сигнализацию у оператора загрузочного устройства или опрокида:

о переводе подъемной установки на автоматическое или дистанционное управление;

об отсутствии горной массы в загрузочном бункере;

о заполнении приемного бункера;

о разгрузке подъемного сосуда;

об открытом и закрытом положениях затворов дозаторов загрузочного устройства;

о введении команды «Отбой» из здания подъемной машины;

о введении команды «Отбой» из камеры загрузочного устройства или опрокида;

о предохранительном торможении подъемной машины;

в) световую сигнализацию у диспетчера:

об автоматическом, дистанционном или местном управлении подъемной машиной;

об отсутствии горной массы в загрузочном бункере;

о заполнении приемного бункера;

о введении команды «Отбой» из здания подъемной машины;

о введении команды «Отбой» из камеры загрузочного устройства или от опрокида;

о предохранительном торможении подъемной машины;

г) указатель срабатывания аппаратов защиты.

12. Если автоматизированная подъемная установка работает без обслуживающего персонала в здании подъемной машины, то сигнализация согласно п. 11а, а также световая сигнализация о предохранительном торможении должны быть продублированы в помещении, из которого осуществляется контроль за работой установки.

Отклонения от перечисленных выше требований должны быть устранены либо согласованы в установленном порядке.

## 4.6.2. Наладка автоматизированных подъемных установок

Наладку автоматизированных подъемных установок необходимо начать с изучения проекта автоматизации. Если в проекте имеются недоработки или неправильные технические решения, то в установленном порядке необходимо вызвать представителя проектной организации для выработки согласованного решения с наладчиками.

Перед наладкой схемы автоматического управления необходимо произвести наладку механической и электрической части подъемной установки при работе ее в ручном режиме, обратив особое внимание на состояние тормозной системы, путевых программных устройств и аппаратов защиты и блокировок, затем совместно с представителем монтажной организации произвести подключение схемы автоматизации к действующей схеме управления подъемной машиной.

При ревизии и наладке схемы автоматизации необходимо проверить:

1) качество и степень готовности монтажа, соответствие его проекту и исправность установленного оборудования. Подготовить перечень обнаруженных недоделок и отклонений от проекта и согласовать с ответственным представителем монтажной организации порядок и сроки их устранения;

2) состояние защитного заземления;

3) сопротивление изоляции электрических цепей, машин и аппаратов;

4) состояние релейно-контактной аппаратуры (см. 4.3.1), произвести ее регулировку и наладку;

5) функциональные уставки реле (выдержки времени, напряжение или ток включения и отключения) и установить их в соответствии с проектом или действующими нормами;

6) специальные аппараты и отдельные устройства схемы автоматизации (путевой командоаппарат, устройства программирования скорости, стабилизированные тиристорные выпрямители для питания оперативных цепей постоянного тока, тиристорный выпрямитель для динамического торможения, тиристорный коммутатор для бесступенчатого регулирования момента подъемного двигателя по цепи ротора и т. п.) и произвести их наладку в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей, проектными данными и рекомендациями настоящего Руководства. Если схемой автоматизации предусматривается зависимое от пути программирование скорости, то изготовить по данным проекта или на основании расчета профиль для задания скорости движения подъемных сосудов.

Снять необходимые характеристики электрических машин и аппаратов (магнитных и электромашинных усилителей, регулятора давления и т. д.).

Произвести наладку отдельных элементов автоматического цикла: вывод подъемных сосудов из разгрузочных кривых, разгон, движение с равномерной скоростью, основное замедление, дотягивание в разгрузочных кривых, постановку на «Отбой», снятие с «Отбоя», стопорение в конечном положении, используя местное управление машиной;

7) состояние аппаратов защиты и блокировок, функционирующих при работе машины в автоматическом режиме, и произвести их ревизию и наладку (см. 4.7).

Ввести в работу блокировочные устройства, вызывающие постановку подъемных сосудов на «Отбой» или запрещающие пуск машины, и произвести их наладку. После этого перейти на дистанционное, а затем и автоматическое управление.

Весь процесс проверки и наладки необходимо последовательно и подробно фиксировать в рабочей тетради, так как это существенно упрощает анализ полученных результатов, исключает вероятность повторения одних и тех же экспе-

риментов и облегчает составление технического отчета после завершения наладочных работ.

По окончании наладки подъемную установку по согласованию с ответственным представителем электромеханической службы шахты сдать в пробную эксплуатацию, которая производится в течение 1000 циклов нормальной работы подъемной установки. На время пробной эксплуатации завести книгу учета работы автоматизированной подъемной установки, в которой работниками шахты совместно с наладочным персоналом фиксировать все имевшие место отказы, их причины и способы устранения. Каждый отказ необходимо тщательно анализировать для выяснения его причин и принятия мер по его устранению.

В период пробной эксплуатации наладочный персонал ведет наблюдение за работой установки в одну из смен. Имеющийся резерв рабочего времени необходимо использовать для окончательной доводки параметров системы управления до оптимальных и составить технический отчет о наладке, который, в частности, должен содержать следующие сведения:

параметры установленных резисторов и конденсаторов;

функциональные уставки реле;

параметры системы управления при движении с максимальной скоростью и скоростью дотягивания.

Схема автоматизации считается переданной шахте в постоянную эксплуатацию после вручения ответственному представителю шахты технического отчета о наладке.

## 4.6.3. Описание работы и методика наладки отдельных устройств схемы автоматизации

Для автоматизированных подъемных установок характерным является значительное разнообразие схемных решений, так как выполнение отдельных элементов автоматического цикла (пуск машины, вывод подъемных сосудов из разгрузочных кривых, разгон машины, основное замедление, дотягивание на пониженной скорости и стопорение в конечных положениях) может быть осуществлено в зависимости от конкретных условий различными средствами и способами, которые непрерывно совершенствуются в первую очередь на основе использования современных достижений в области автоматизированного электропривода. Некоторые из этих решений рассмотрены ниже.

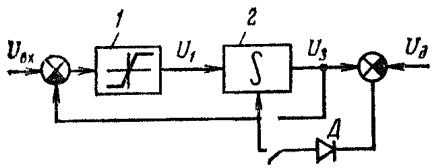



Рис. 4.106. Функциональная схема задатчика интенсивности

### 4.6.3.1. Устройства программирования скорости

На автоматизированных подъемных установках применяют два способа программирования скорости:

1) формирование сигнала заданной скорости в функции пути;

2) формирование сигнала заданной скорости в функции времени.

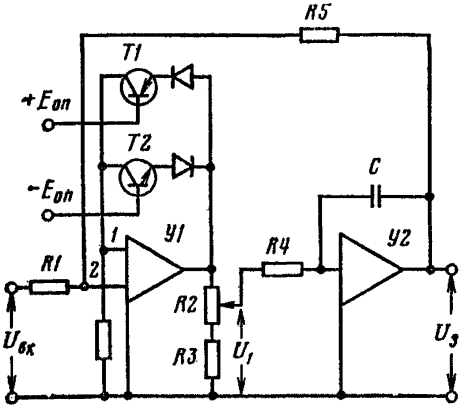
Первый способ реализуется с помощью командоаппарата (например, сельсинного или реостатного), вал которого в периоды разгона и замедления кинематически соединяется с валом подъемной машины. В результате сигнал заданной скорости на выходе командоаппарата изменяется в функции пути, проходимого подъемными сосудами. Такой способ программирования скорости осуществляется аппаратами АЗК, ППК (см. 4.3.9). Основными недостатками этого способа являются:

сложность и громоздкость конструктивного исполнения;

неприспособленность к гибкой перенастройке и реализации различных диаграмм скорости;

недостаточная величина заданного рывка (производной ускорения и замедления), что в системах с приводом постоянного тока приводит к некоторому увеличению продолжительности цикла.

Второй способ программирования скорости реализуется с помощью усилителей (магнитных, транзисторных, интегральных, операционных). Функциональная схема выполненного на их основе задающего устройства (задатчика интенсивности, или темпа) с узлом сравнения сигналов заданной $U_з$ и действительной $U_д$ скоростей приведена на рис. 4.106. Устройство содержит нелинейный элемент *1* и интегратор *2*, соединенные последовательно и охваченные жесткой отрицательной обратной связью. На вход устройства подается напряжение $U_{вх}$, изменяющееся ступенчато в результате срабатывания этажных (путевых) выключателей, на выходе формируется сигнал заданной скорости $U_з$. Любое нарушение равенства $U_{вх} = U_з$ приводит к изменению сигнала $U_з$ в сторону восстановле-



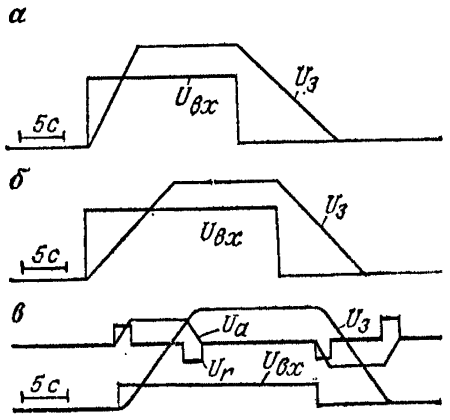




**Рис. 4.107. Принципиальная схема задатчика интенсивности**

**Рис. 4.108. Осциллограмма работы задающих устройств, формирующих сигнал заданной скорости в функции времени:**

*а* — для подъемных машин с асинхронным приводом; *б* — для подъемных машин с приводом по системе Г—Д; *в* — для подъемных машин с приводом по системе тиристорный преобразователь—двигатель

ния равенства. При этом, поскольку коэффициент усиления элемента *1* велик, на вход интегратора поступает постоянный по величине сигнал $U_1$ и напряжение $U_з$ изменяется во времени по линейному закону.

Принципиальная схема задатчика интенсивности приведена на рис. 4.107. Здесь функции нелинейного элемента выполняет усилитель *У1* с инвертирующим *1* и неинвертирующим *2* входами и ограничителем напряжения на транзисторах *Т1* и *Т2* с опорными потенциалами $+E_{оп}$ и $-E_{оп}$, а функции интегратора — усилитель *У2*, охваченный глубокой гибкой отрицательной обратной связью через емкость *С*. Продолжительность разгона (замедления) устанавливается переменным резистором *R2* и может быть вычислена по формуле

$$t_{р.з} = \frac{U_з}{U_1} R4C. \qquad (4.33)$$

В установившемся режиме сигналы $U_{вх}$ и $U_з$ связаны соотношением

$$U_з = \frac{R5}{R1} U_{вх}. \qquad (4.34)$$

На установках с приводом по системе Г—Д сигналы $U_{вх}$ и $U_з$ реверсируются в зависимости от выбранного направления движения; на установках с асинхронным приводом обычно не реверсируются. Кроме того, на установках с асинхронным приводом интенсивность возрастания сигнала $U_з$ рекомендуется установить выше интенсивности его убывания (рис. 4.108), так как это способствует надежному растормаживанию машины в период разгона. С этой целью в задатчик

вводятся подключаемые к выходу усилителя *У1* (см. рис. 4.107) через развязывающие диоды два идентичных узла из резисторов *R2*, *R3* и *R4*, один из которых функционирует в период пуска и другой — в период замедления.

Задатчик интенсивности по рассмотренной функциональной схеме может быть выполнен и на основе магнитного усилителя.

Задатчики интенсивности отличаются компактностью и удобством в настройке на требуемый режим. Однако при их использовании из-за различной величины статического момента имеет место существенное возрастание погрешности (разброса) в пути замедления по сравнению с зависимым от пути программированием скорости. Эта погрешность тем меньше, чем выше коэффициент усиления примененной системы автоматического регулирования скорости. Практически удается обеспечить достаточно высокий коэффициент усиления только на подъемных установках с приводом постоянного тока. Поэтому на подъемных установках с асинхронным приводом рекомендуется применять программирование скорости по времени только при использовании дополнительных средств регулирования, позволяющих свести погрешность в пути замедления до приемлемой величины. Для этого может быть применена коррекция сигнала заданной скорости, принцип действия которой состоит в следующем.

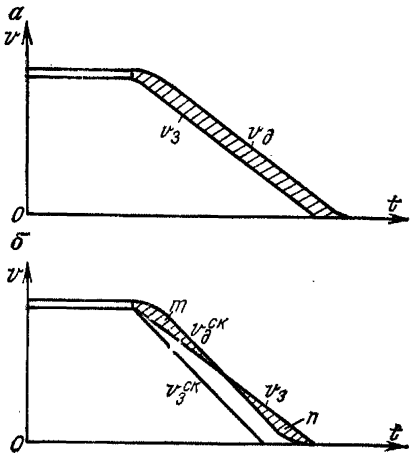



**Рис. 4.109. Компенсация ошибки по пути замедления корректированием сигнала заданной скорости**

На рис. 4.109, *а* приведены графики заданной $v_з$ и действительной $v_д$ скоростей на участке замедления. Заштрихованная площадь представляет собой ошибку по пути замедления, которую необходимо скомпенсировать путем коррекции сигнала заданной скорости. На рис. 4.109, *б* показан скорректированный сигнал заданной скорости $v_з^{ск}$. Соответственно окажется скорректированным и сигнал действительной скорости $v_д^{ск}$. В этом случае ошибка по пути замедления $\Delta h$ по отношению к нескорректированной заданной скорости $v_з$ будет равна разности площадей $m$ и $n$. Если величину коррекции выбрать таким образом, чтобы $m = n$, то получим $\Delta h = 0$.

Для подъемных машин с асинхронным приводом коррекцию удобно производить в функции ошибки по скорости, которая в процессе замедления с постоянной интенсивностью также сохраняется постоянной. Реализация такой корректирующей связи достигается подачей на вход интегратора *2* (см. рис. 4.106) дополнительно сигнала ошибки по скорости $\Delta U = U_з - U_д$. В период разгона коррекция не действует, так как $U_з > U_д$ и к диоду *Д* приложено напряжение обратной полярности. В период замедления $U_з \ll U_д$ и диод *Д* не препятствует протеканию тока.

Эффект от введения коррекции показан на рис. 4.110 осциллограммами замедления подъемных сосудов от максимальной скорости до нулевой с последующим автоматическим стопорением подъемной машины механическим тормозом (максимальная скорость подъемных сосудов 7,5 м/с). На осциллограмме (рис. 4.110, *а*) зафиксирован процесс замедления при подъеме груженого скипа. При этом сигналы заданной и действительной скоростей практически совпадают и ошибка по пути замедления равна нулю. На осциллограммах (рис. 4.110, *б* и *в*) зафиксированы процессы замедления при перегоне порожних скипов соответственно без коррекции и с коррекцией сигнала задания. В результате введения коррекции интенсивность замедления несколько возросла и ошибка по пути замедления уменьшилась с 3,3 до 0,5 м.

Рассмотренное задающее устройство осуществляет программирование скорости и ускорения. Хотя оно предписывает скачкообразный (ступенчатый) ха-

рактер изменения ускорения, в действительности в системах Г—Д из-за инерционности системы автоматического регулирования (САР) скорости имеет место ограничение интенсивности изменения ускорения (рывка). Это обстоятельство благоприятно влияет на характер переходных процессов в слабодемпфированной системе подъемная машина—канат—подъемный сосуд, способствуя ограничению динамических нагрузок в ее элементах. Если же САР скорости практически безынерционна, то ограничение рывка не происходит и в элементах подъемной установки возникают значительные динамические перегрузки (удары при выборке люфтов, значительные колебания струны каната и подъемных сосудов и т. п.). Подобная картина может наблюдаться, например, на подъемной установке с приводом по системе ТП—Д (тиристорный преобразователь—двигатель). Поэтому для таких систем рекомендуется программировать не только скорость и ускорение, но и рывок. Осциллограмма работы задающего устройства, ограничивающего скорость, ускорение и рывок, приведена на рис. 4.108, *в*, где дополнительно обозначены: $U_a$ — сигнал заданного ускорения, $U_r$ — сигнал заданного рывка.

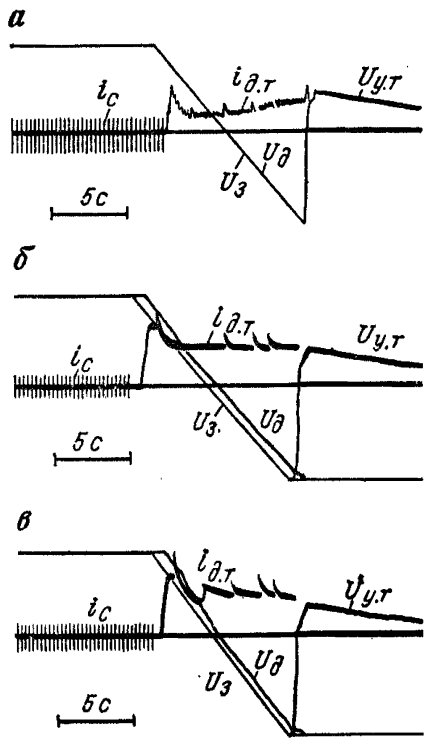



**Рис. 4.110. Осциллограммы замедления подъемных сосудов от максимальной скорости до нулевой с последующим автоматическим стопорением подъемной машины механическим тормозом:** *а* — при подъеме груженого сосуда; *б* — при перегоне порожних сосудов без коррекции сигнала заданной скорости; *в* — при перегоне порожних сосудов с коррекцией сигнала заданной скорости; $i_c$, $i_{д.т}$ — ток статора подъемного двигателя соответственно в двигательном и динамическом тормозном режимах; $U_{у.т}$ — напряжение на выходе магнитного усилителя тормоза

### 4.6.3.2. Схема получения пускового импульса

Команда на пуск машины (рис. 4.111) подается при включении реле направления движения *РНВ* («Вперед») или *РНН* («Назад») после окончания процессов разгрузки и загрузки и подъемных сосудов и выборки слабины каната. При этом выбор способа управления производится переключателем режима работы загрузочного устройства *ПЦУ* и переключателем режима управления *УП1*. Рассмотрим работу схемы при различных способах управления для случая, когда загружаемый подъемный сосуд садится на брусья. В случае загрузки подъемного сосуда «на весу» построение схемы сохраняется таким же с той разницей, что выбор слабины каната не производится, а команда на растормаживание машины подается после создания двигательного момента, достаточного для предотвращения проворота барабанов в обратную сторону.

1 Автоматическое управление. Переключатель *ПЦУ* установить в положение *А*, реле *РЗА* включено; переключатель *УП1* установить в положение *АД*, цепь включения реле *РНВ* и *РНН* замыкается через контакт переключателя *УП1*.

Приход груженого скипа (например, правого) фиксирует гамма-реле $ГР_п$, которое замыкает свой контакт в цепи реле разгрузки скипа *РРС*. Поток горной массы из разгружающегося скипа отклонит рычаг флажкового выключателя $ДУТ_п$, контролирующего наличие угля в течке приемного бункера. В результате контакт выключателя замыкается и включится реле *РУТ*, которое имеет выдержку времени 1—1,5 с на отключение, чтобы предотвратить ложные сраба-

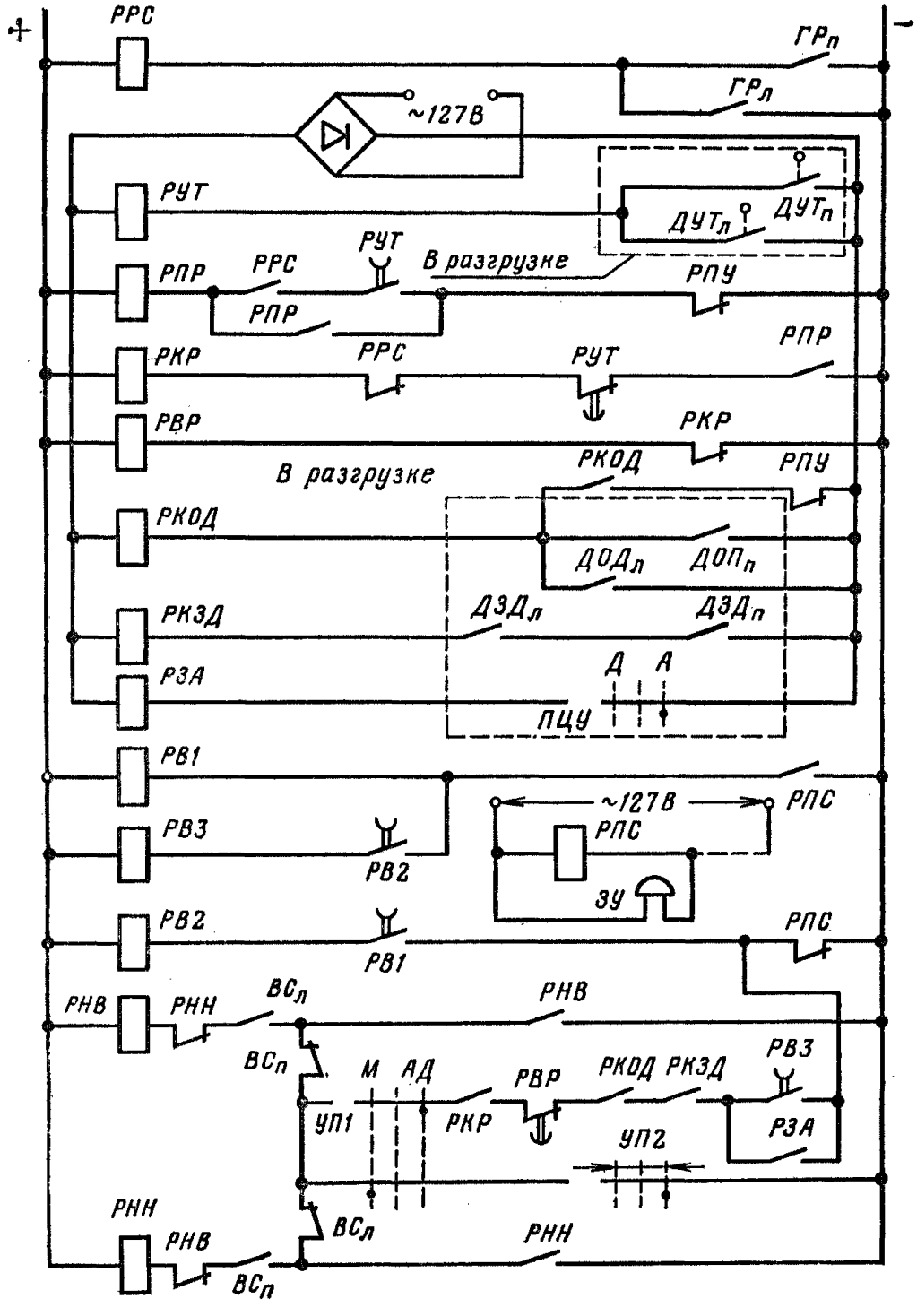



Рис. 4.111. Принципиальная схема получения пускового импульса

тывания реле при кратковременном размыкании контакта $ДУТ_п$ из-за неравномерности потока горной массы. Реле *РУТ* замкнет свой контакт в цепи реле *РПР*, которое включается и берется на самоподхват (контакт реле *РПУ* замкнут). После окончания процесса разгрузки скипа реле *РРС* и *РУТ* отключатся, а реле контроля разгрузки *РКР* включится и выполнит следующие операции:

выдает команду на растормаживание машины для выбора слабины каната (цепи управления механическим тормозом на рис. 4.111 не приведены);

разомкнет цепь реле времени *РВР* с выдержкой времени на отпадание 2—3 с, которая определяет продолжительность расторможенного состояния машины для выбора слабины каната;

подготовит цепь включения реле *РНВ*.

Одновременно с разгрузкой правого скипа происходит загрузка левого. После прихода скипа под загрузку открывается затвор левого дозатора. Открытое положение затвора фиксируется бесконтактным датчиком $ДОД_л$ (например, герконовым выключателем типа ДПУ2-100). В результате включается и берется на самоподхват реле контроля открывания дозаторов *РКОД*. По окончании загрузки скипа затвор дозатора закроется, что фиксируется датчиком закрытия дозатора $ДЗД_л$, и реле контроля закрытия дозаторов *РКЗД* включится. Реле *РКОД* и *РКЗД* подготавливают цепь включения реле *РНВ*.

Так как правый выключатель стопорения $ВС_п$ отключен, левый $ВС_л$ включен, а промежуточное реле дистанционного пуска *РПС* в работе не участвует и отключено, то после разгрузки правого скипа с последующим растормаживанием машины и загрузки левого скипа реле *РНВ* включается и берется на самоподхват. После начала движения включится реле *РПУ* и деблокирует реле *РПР* и *РКОД*.

2. Дистанционное управление. Переключатель *ПЦУ* установить в положение *Д*, реле *РЗА* отключено; переключатель *УП1* установить в положение *АД*. Для включения реле *РНВ* необходимо выполнение тех же операций, что и при автоматическом управлении, и, кроме того, оператором загрузочного устройства в здание подъемной машины должны быть поданы через стволовую сигнализацию два сигнала. Эти сигналы анализируются счетной схемой, состоящей из промежуточного реле *РПС*, катушка которого подключена параллельно звонку *ЗУ*, и реле времени *РВ1*, *РВ2* и *РВ3* (рекомендуемые выдержки времени соответственно 1,5, 1,5 и 3 с). При подаче двух сигналов реле *РПС* дважды включится и отключится. При первом включении оно включает реле *РВ1*, а при первом отключении — реле *РВ2*. При втором включении реле *РПС* включает реле *РВ3*, которое замыкает свой контакт в цепи реле *РНВ*, а при втором отключении замыкает свой контакт в той же цепи. В итоге цепь включения реле *РНВ* оказывается собранной. Если продолжительности сигналов или паузы между ними будут чрезмерно большими, то выдержки времени реле *РВ1* и *РВ2* окажутся недостаточными и реле *РНВ* не включится.

3. Местное управление. Переключатель *УП1* установить в положение *М*. Включение реле *РНВ* производится поворотом ключа *УП2*.

Рассматриваемая схема получения пускового импульса характеризуется следующими особенностями, которые рекомендуется соблюдать и при иных схемных решениях:

потенциональным разделением электрических цепей в разгрузке и загрузке от остальных цепей управления подъемной установкой;

использованием в схеме только реле постоянного тока (за исключением реле *РПС*), отличающихся высокой надежностью;

контролем исправной работы аппаратов, сигнализирующих о разгрузке скипов.

Если подъемный сосуд разгрузился не полностью, то возникает опасность его зависания в разгрузочных кривых. Поэтому во время наладки схемы следует уделить особое внимание обеспечению надежной работы аппаратов, контролирующих процесс разгрузки скипов. Гамма-реле рекомендуется устанавливать так, чтобы источник излучения «прошивал» нижнюю часть скипа в той его части, где формируется поток горной массы. Для большегрузных скипов рекомендуется устанавливать дополнительное гамма-реле, контролирующее освобождение от горной массы средней части скипа.

### 4.6.3.3. Тиристорные выпрямители для динамического торможения асинхронных подъемных двигателей

В качестве источников постоянного тока для динамического торможения асинхронных подъемных двигателей применяют тиристорные выпрямители. Практическое применение находят выпрямители с различными схемами силовой части, каждая из которых имеет определенные преимущества и недостатки.

Двухполупериодный выпрямитель (рис. 4.112, *а*) содержит лишь два силовых полупроводниковых прибора (тиристоры *Т1* и *Т2*), однако прикладываемое

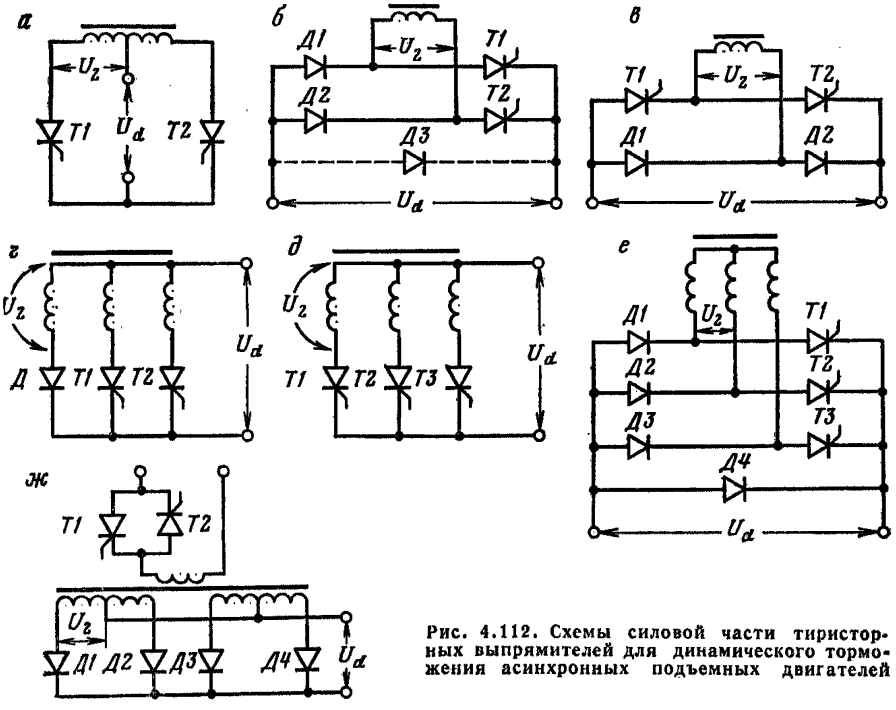



**Рис. 4.112. Схемы силовой части тиристорных выпрямителей для динамического торможения асинхронных подъемных двигателей**

к ним максимальное напряжение сравнительно велико, а вторичная обмотка питающего трансформатора должна иметь среднюю точку. Однофазный мостовой полууправляемый выпрямитель (рис. 4.112, *б*) не имеет этого недостатка, но содержит дополнительно диоды *Д1* и *Д2*. Кроме того, выпрямитель может потерять управляемость, если снять управляющие импульсы с тиристоров *Т1* и *Т2*, когда в цепи нагрузки протекает непрерывный ток. В этом случае один из тиристоров продолжает оставаться постоянно открытым, так как в непроводящий полупериод он подпитывается током со стороны нагрузки за счет запасенной в ней электромагнитной энергии. При этом в цепи нагрузки будет протекать ток, равный половине максимального. Для предотвращения этого явления можно:

ввести в схему обратный диод *Д3*, который устраняет влияние индуктивности нагрузки на работу выпрямителя;

выполнить схему управления тиристорами так, чтобы при включенном напряжении питания выпрямителя снятие управляющих импульсов не могло произойти;

выполнить схему выпрямителя согласно рис. 4.112, *в*; в этом случае функции обратного диода выполняют диоды *Д1* и *Д2*, однако схема управления тиристо-

рами *T1* и *T2* при этом усложняется, так как необходима гальваническая развязка их цепей управления.

Не полностью управляемая трехфазовая нулевая схема (рис. 4.112, *г*) также сравнительно проста, но при малых углах проводимости тиристоров загрузка фаз током существенно неравномерна. Этого недостатка не имеет полностью управляемая трехфазная нулевая схема (рис. 4.112, *д*). В обеих схемах через вторичные обмотки питающего трансформатора протекает прерывистый выпрямленный ток. В результате на 35 % возрастает требуемая габаритная мощность питающего трансформатора и, кроме того, в трансформаторе возникают пульсирующие магнитные потоки вынужденного намагничивания, которые замыкаются через окружающее пространство.

Полууправляемая трехфазная мостовая схема (рис. 4.112, *е*) довольно сложна, однако, не имеет недостатков, присущих трехфазным нулевым схемам. Она так же, как и схема, приведенная на рис. 4.112, *б*, может терять управляемость из-за влияния индуктивности нагрузки.

Для динамического торможения низковольтных подъемных двигателей применяют сдвоенный двухполупериодный выпрямитель (рис. 4.112, *ж*) на неуправляемых диодах *Д1—Д4* с регулированием напряжения на первичной стороне питающего трансформатора с помощью двух встречно-параллельно включенных тиристоров *T1* и *T2* с одинаковыми углами открывания, сдвинутыми на 180°. При таком симметричном управлении постоянная составляющая тока в первичной обмотке трансформатора равна нулю. Если же углы открывания тиристоров различны, то появляется постоянная составляющая тока, для которой первичная обмотка трансформатора представляет весьма небольшое сопротивление, и потребляемый из сети ток резко возрастает. Это может привести к выходу из строя тиристоров и трансформатора.

Выпрямленное напряжение для схем согласно рис. 4.112, *а* и *д* для режима непрерывного тока при работе на статорные обмотки и подъемного двигателя (т. е. при активно-индуктивной нагрузке) определяют по формуле

$$U_d = \sqrt{2}\, U_2 \frac{m}{\pi} \sin\frac{\pi}{m} \cos\alpha, \qquad (4.35)$$

где $U_2$ — действующее значение переменного напряжения, В; $m$ — число пульсаций выпрямленного напряжения, приходящееся на период питающего напряжения ($m = 2$ для схемы на рис. 4.112, *а* и $m = 3$ для схемы на рис. 4.112, *д*); $\alpha \leqslant 90°$ — угол отпирания тиристоров, отсчитываемый от точки начала проводимости полностью открытых тиристоров.

Выпрямленное напряжение для схем согласно рис. 4.112, *б*, *в*, *е* и *ж* определяют по формуле

$$U_d = \frac{\sqrt{2}}{2}\, U_2 \frac{m}{\pi} \sin\frac{\pi}{m} (1 + \cos\alpha), \qquad (4.36)$$

где $m = 2$ — для схем, приведенных на рис. 4.112, *б*, *в* и *ж*; $m = 6$ — для схемы на рис. 4.112, *е*; $\alpha \leqslant 180°$.

Максимальное выпрямленное напряжение для рассмотренных схем может быть получено, если в формулах (4.35) и (4.36) положить $\alpha = 0$, т. е. $\cos\alpha = 1$.

Для схемы согласно рис. 4.112, *г* функциональная зависимость $U_d(\alpha)$ носит более сложный характер, но максимальная величина выпрямленного напряжения такая же, как и для схемы согласно рис. 4.112, *д*.

Прикладываемое к тиристорам максимальное напряжение в схеме на рис. 4.112, *а* составляет $2\sqrt{2}U_2$, в схемах на рис. 4.112, *б*, *в* и *е* — $\sqrt{2}U_2$, в схемах на рис. 4.112, *г*, *д* — $\sqrt{3}\sqrt{2}U_2$. При одном и том же выпрямленном напряжении прикладываемое к тиристорам обратное напряжение в схеме согласно рис. 4.112, *е* вдвое меньше, чем в схемах согласно рис. 4.112, *г* и *д*.

Тиристорный выпрямитель для динамического торможения обязательно должен содержать силовой (разделительный) трансформатор для потенциального

отделения питающей сети 380 В (или 660 В) от цепей постоянного тока, чтобы в случае перекрытия контактора динамического торможения напряжением 6000 В его высокий потенциал не распространился на всю сеть 380 В.

На рис. 4.113 приведена схема однофазного мостового полууправляемого выпрямителя с простой схемой фазового управления.

Питание выпрямителя осуществляется от однофазного трансформатора *Тр* с отпайками для выбора необходимой величины максимального тока динамического торможения.

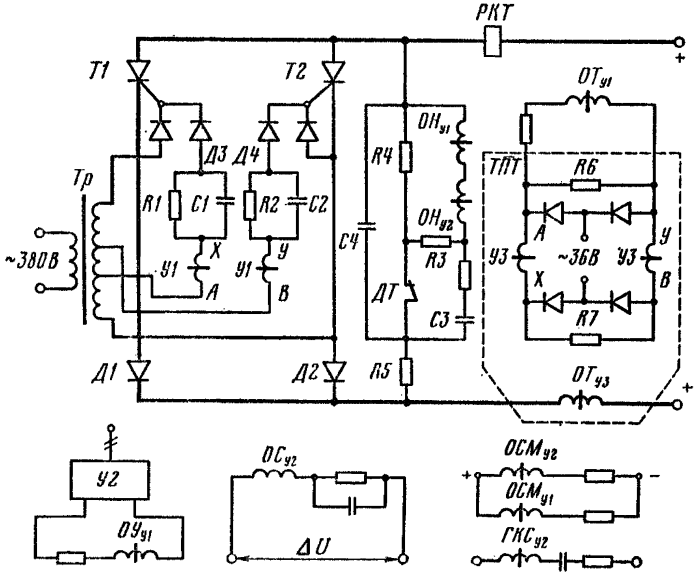



**Рис. 4.113. Принципиальная схема однофазного мостового полууправляемого выпрямителя для динамического торможения асинхронных подъемных двигателей**

Тиристоры *Т1* и *Т2* (на ток 160 или 320 А с естественным охлаждением) выпрямителя управляются магнитным усилителем *У1* типа ТУМА-4-11 Рабочие обмотки *А—Х* и *В—У* усилителя питаются через отпайки частью вторичного напряжения трансформатора *Тр*. В полупериод, являющийся проводящим по отношению, например, к тиристору *Т1*, происходит перемагничивание сердечника усилителя через обмотку *А—Х*, а цепь обмотки *В—У* заперта диодом *Д4*. В этих условиях по цепи обмотки *А—Х* протекает весьма небольшой намагничивающий ток. В момент, когда магнитный поток в сердечнике достигнет величины насыщения, напряжение, приложенное к форсирующей цепочке *R1C1*, начнет резко возрастать. При этом, благодаря дифференцирующему действию емкости *С1*, будет сформирован импульс тока, который пройдет через управляющий переход тиристора *Т1* и вызовет его отпирание. В следующий полупериод аналогично рассмотренному произойдет отпирание тиристора *Т2*, а по цепи обмотки *А—Х* ток протекать не будет благодаря запирающему действию диода *Д3*. В этот полупериод происходит полный разряд емкости *С1* через резистор *R1* и обратное перемагничивание сердечника с обмоткой *А—Х* до начального состояния, которое определяется алгебраической суммой ампер-витков обмоток управления усилителя. При изменении ампер-витков происходит, соответственно, изменение и начальной индукции в сердечнике, которая, в свою очередь, определяет угол отпирания тиристоров.

Чтобы выпрямитель не мог потерять управляемость, рабочие обмотки усилителя питаются повышенным напряжением по отношению к номинальному (для усилителя ТУМА-4-11 питающее напряжение принимается равным 160—170 В при номинальном напряжении 127 В). В результате при любых суммарных ампер-витках обмоток управления сердечники магнитного усилителя в рабочие полупериоды доводятся до насыщения и на тиристоры продолжают поступать управляющие импульсы. Ток динамического торможения регулируется при этом не до нуля, а до некоторой минимальной величины. Благодаря этому исключаются случаи ложного срабатывания защиты из-за отключения реле контроля тока *РКТ*, если в процессе динамического торможения выпрямитель системой управления регулируется на минимум выходного тока. Тормозной момент, создаваемый минимальным током, мал и практически не влияет на процесс торможения.

На обмотки управления магнитного усилителя *У1* поступают следующие управляющие сигналы:

смещения на обмотку $ОСМ_{У1}$;

основной управляющий на обмотку $ОУ_{У1}$, подключенную на выход магнитного усилителя *У2*, используемого в качестве промежуточного;

гибкой отрицательной обратной связи по напряжению выпрямителя на обмотку $ОН_{У1}$ через емкость *С3*. При отключенном контакторе динамического торможения *ДТ* на эту же обмотку подается дополнительно сигнал жесткой отрицательной обратной связи через резистор *R3* и устанавливается начальная величина напряжения на емкости *С3* с помощью делителя напряжения на резисторах *R4* и *R5*. Емкость *С4* сглаживает приложенное к цепи обмотки $ОН_{У1}$ напряжение;

жесткой отрицательной обратной связи по току выпрямителя на обмотку $ОТ_{У1}$, подключенную на выход трансформатора постоянного тока *ТПТ*. В качестве *ТПТ* применен магнитный усилитель *У3* (типа ТУМА-1-11), обмотка управления $ОТ_{У3}$ которого представляет собой медный стержень, пропущенный через центральное отверстие в усилителе. Направление тока в обмотке $ОТ_{У3}$ принимается таким, чтобы усилитель работал в области отрицательной внутренней обратной связи; схема включения его рабочих обмоток *А—Х* и *В—Y* содержит не только нагрузочный резистор *R6*, но и балластный резистор *R7*. При этом характеристика вход — выход *ТПТ* проходит через начало координат и сохраняет линейность вплоть до токов динамического торможения величиной в 300 А.

На обмотки управления магнитного усилителя *У2* поступают следующие сигналы:

а) смещения на обмотку $ОСМ_{У2}$ (через эту же обмотку при ручном управлении вводится команда на изменение величины тока динамического торможения);

б) ошибки по скорости $\Delta U$ (основной управляющий сигнал) на обмотку $ОС_{У2}$;

в) гибкой отрицательной обратной связи по напряжению выпрямителя на обмотку $ОН_{У2}$;

г) гибкой отрицательной обратной связи по включению контакторов ускорения на обмотку $ГКС_{У2}$.

В ходе наладки выпрямителя необходимо руководствоваться следующими соображениями.

Рабочие отпайки питающего трансформатора *Тр* выбрать индивидуально для каждой подъемной установки в зависимости от требуемого максимального тока динамического торможения. Для автоматизированных грузовых подъемов этот ток должен обеспечивать торможение с расчетным замедлением при перегоне порожних сосудов и минимальном для этой установки напряжении в сети 380 В. Ток устанавливается обычно до $1{,}6—1{,}8I_{ном}$, где $I_{ном}$ — номинальный ток статора подъемного двигателя.

Магнитный усилитель *У2* должен работать на линейном участке характеристики во всем диапазоне изменения тока динамического торможения.

Жесткая отрицательная обратная связь по току введена для уменьшения влияния колебаний напряжения сети и температуры обмоток подъемного двигателя на ток динамического торможения, что имеет существенное значение в основном при ручном управлении. Рекомендуется коэффициент форсировки по току принимать равным 3—4.

Переход из двигательного режима в режим динамического торможения на значительной скорости может сопровождаться динамическим ударом в кинематической цепи подъемный двигатель — барабан. Для смягчения этого удара ток динамического торможения после включения контактора *ДТ* должен нарастать плавно и без значительного перерегулирования. Темп нарастания тока и величина перерегулирования по току зависят от начальной величины напряжения на емкости *С4*; чем меньше напряжение, тем ниже темп нарастания тока и меньше перерегулирование. Начальная величина напряжения на емкости *С4* определяется соотношением сопротивлений резисторов *R4* и *R5*.

Гибкая отрицательная обратная связь через обмотку $ГКС_{У2}$ также предназначена для смягчения динамических ударов.

### 4.6.3.4. Тиристорный коммутатор для бесступенчатого регулирования момента асинхронного подъемного двигателя по цепи ротора

На подъемных установках, оборудованных скипами с донной разгрузкой, статический момент в период дотягивания при подъеме груза сохраняется, как правило, отрицательным и для его преодоления необходимо развивать значительный двигательный момент. Поэтому эффективная автоматизация периода дотягивания может быть осуществлена путем бесступенчатого регулирования двигательного момента асинхронного подъемного двигателя в функции ошибки по скорости. Подобное регулирование удобно производить с помощью тиристорного коммутатора, шунтирующего часть роторных сопротивлений. Учитывая, что для подъемных машин тиристорные коммутаторы серийно не изготавливаются, рассмотрим один из вариантов коммутатора с фазовым управлением.

Коммутатор (рис. 4.114) содержит усилитель *У* сигнала ошибки по скорости $\Delta U$ и три идентичных канала управления *К1—К3*, каждый из которых управляет двумя встречно-параллельно включенными тиристорами, шунтирующими часть роторных сопротивлений подъемного двигателя *ПД*. На рис. 4.114 приведена принципиальная схема канала *К1*, управляющего тиристорами *Ти1* и *Ти2*, а каналы управления *К2* и *К3* тиристорами *Ти3—Ти6* изображены условно в виде блоков.

Усилитель *У*, являющийся общим для всех каналов управления, выполнен на транзисторах *Т1* и *Т2*. На вход усилителя подается сигнал ошибки по скорости $\Delta U$, на выходе формируется сигнал управления $U_у$. На транзисторе *Т1* выполнен усилитель напряжения, а на транзисторе *Т2* — эмиттерный повторитель (усилитель мощности), при этом выходное сопротивление усилителя весьма мало, что необходимо для нормальной работы системы импульсно-фазового управления тиристорами. Максимальная величина напряжения коллектора транзистора *Т1* ограничивается стабилитронами *Ст1* и *Ст2*, а максимальная величина сигнала $U_у$ на выходе усилителя — стабилитроном *Ст2*. Переменным резистором *R2* устанавливается необходимая величина смещения на входе усилителя. Применение стабилитрона *Ст3* позволяет напряжение смещения устанавливать как отрицательным, так и положительным. Так как сигнал смещения на входе усилителя алгебраически суммируется с сигналом ошибки по скорости $\Delta U$, то движение с требуемой малой скоростью может осуществляться при различных соотношениях между сигналами заданной и действительной скоростей. Чтобы транзистор *Т2* при малых значениях сигнала $U_у$ работал на активном участке характеристики, на выход усилителя подается положительный сигнал через резистор *R8*. Усилитель охвачен жесткой отрицательной обратной связью через резистор *R6* и гибкой — через емкость *С1*. Жесткая обратная связь позволяет стабилизировать коэффициент усиления усилителя, гибкая — обеспечивает устойчивость и необходимое качество регулирования скорости в замкнутой системе.

Если один из тиристоров коммутатора открыт и, соответственно, приложенное к нему напряжение роторной цепи подъемного двигателя практически равно нулю, то происходит сдвиг по фазе напряжений, коммутируемых другими парами тиристоров. По этой причине полное закорачивание коммутатором части роторных сопротивлений происходит при угле открывания тиристоров $\alpha = 30°$. При дальнейшем уменьшении угла открывания полное закорачивание части роторных сопротивлений уже не наблюдается, так как в момент появления узкого отпира-

ющего импульса к тиристору приложено напряжение обратной полярности. В связи с изложенным минимальный угол открывания тиристоров при частоте напряжения ротора 50 Гц ограничен величиной $\alpha_{min} = 35°$, что при частоте 43 Гц соответствует углу $\alpha_{min} = 30°$. Достигается это применением делителя напряжения на резисторах *R4* и *R5*.

Выходное напряжение $U_y$ усилителя сравнивается на транзисторе *T4* с пилообразным напряжением $U_п$, которое формируется на емкости *C4* следующим образом. В момент прохождения через нуль линейного напряжения ротора, приложенного к тиристорам *Tu1* и *Tu2*, транзистор *T3* открывается сигналом смещения, поступающим на его базу через резистор *R11* и разряжает емкость *C4*.

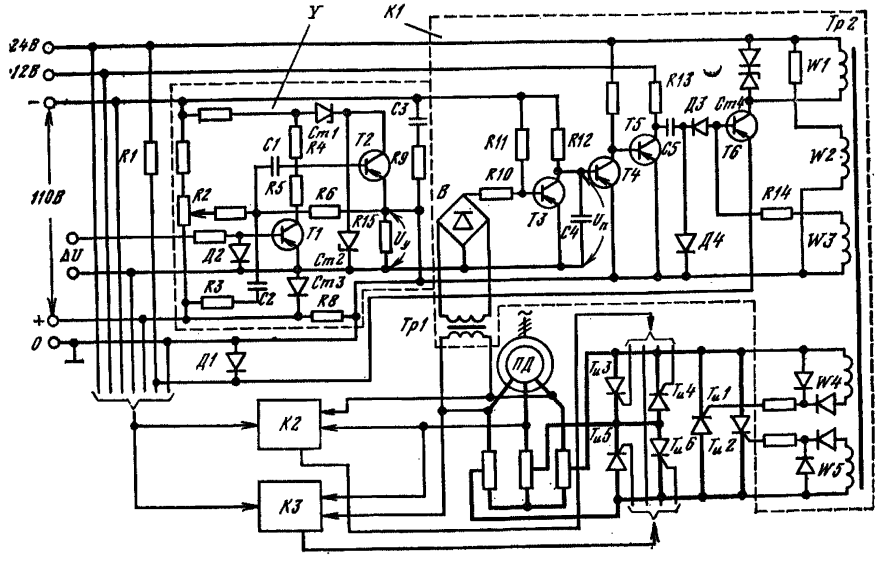



**Рис. 4.114. Принципиальная схема тиристорного коммутатора с фазовым управлением для бесступенчатого регулирования момента асинхронного подъемного двигателя по цепи ротора**

В остальное время транзистор *T3* закрыт более мощным сигналом, поступающим на его базу со вторичной обмотки синхронизирующего трансформатора *Tp1* через выпрямитель *B* и резистор *R10*, и емкость *C4* заряжается практически постоянным по величине током через резистор *R12*. При этом напряжение на емкости *C4* имеет пилообразную форму и синхронизировано относительно линейного напряжения ротора, приложенного к тиристорам *Tu1* и *Tu2*.

В процессе возрастания сигнала $U_п$ во времени по линейному закону наступает момент, когда его мгновенное значение превысит величину сигнала $U_y$. Вследствие этого транзистор *T4* открывается, транзистор *T5* закрывается и происходит заряд емкости *C5* по цепи: диод *Д1*, переход эмиттер — база транзистора *T6*, диод *Д3*, емкость *C5* и резистор *R13*. В результате транзистор *T6* открывается. На транзисторе *T6* и импульсном трансформаторе *Tp2* выполнен ждущий блокинг-генератор, который при этом запускается, и на управляющие переходы тиристоров *Tu1* и *Tu2* с обмоток *W4* и *W5* трансформатора *Tp2* поступают узкие отпирающие импульсы. Один из тиристоров, к которому в рассматриваемый момент времени приложено напряжение ротора в проводящем направлении, отпирается и часть роторного сопротивления оказывается закороченной. Ширина отпирающих импульсов определяется числом витков первичной обмотки *W1* трансформатора *Tp2*; через обмотку *W2* во время паузы между им-

пульсами производится перемагничивание сердечника трансформатора в обратном направлении; обмотка *W3* используется для жесткой положительной обратной связи, которая подается на базу транзистора *Т6* через резистор *R14*. Стабилитрон *Cm4* ограничивает величину перенапряжения на транзисторе *Т6* в процессе перемагничивания сердечника трансформатора *Тр2* в обратном направлении. В промежутках между импульсами транзистор *Т5* открывается и емкость *С5* разряжается через его переход эмиттер — коллектор и диод *Д4*, а транзистор *Т6* надежно удерживается в закрытом состоянии снимаемым с диода *Д1* сигналом смещения, который создается током, протекающим через диод *Д1* и резистор *R1*, и является общим для всех трех каналов управления.

Как следует из описания работы коммутатора, сигнал $U_у$ и угол отпирания $\alpha$ тиристоров, отсчитываемый от начала полуволны линейного напряжения ротора, связаны пропорциональной зависимостью, т. е. при $U_у = \min$, $\alpha = \min$ и тиристоры полностью открыты, а при $U_у = \max$ тиристоры вообще не отпираются.

Коммутатор вводится в работу подачей напряжения в его схему управления в момент подключения подъемного двигателя и питающей сети. При этом темп нарастания момента двигателя до величины, определяемой сигналом $\Delta U$, с целью снижения динамических нагрузок формируется зарядом емкости *С3* через резисторы *R9* и *R15* и емкости *С2* через резистор *R3* и диод *Д2*. В результате, в момент подачи напряжения в схему управления коммутатором обеспечивается $U_у = \max$, что соответствует закрытому состоянию тиристоров.

При подъеме недогруженного скипа момент двигателя даже при полностью введенном роторном сопротивлении может оказаться чрезмерно большим и будет происходить увеличение скорости сверх заданной величины. В этом случае в работу вступает механический тормоз, компенсирующий избыточную часть двигательного момента. Согласование зон работы коммутатора и механического тормоза производится переменным резистором *R2*.

Наладка собственно коммутатора производится в лабораторных условиях по специальной инструкции. При ревизии и наладке коммутатора после монтажа на подъемной установке необходимо проверить:

1) величину линейного напряжения ротора $U_{р.л}$ в местах предполагаемого подключения тиристорного коммутатора к роторным сопротивлениям. По имеющейся на тиристорах маркировке определить класс и повторяющееся напряжение $U_{п.т}$ каждого из тиристоров (повторяющееся напряжение тиристора равно классу, умноженному на 100). Между напряжениями $U_{п.т}$ и $U_{р.л}$ рекомендуется соблюдать соотношение:

$$0{,}8U_{п.т} \geqslant \sqrt{2}\, U_{р.л}; \qquad (4.37)$$

2) работу принудительного охлаждения тиристоров (если оно предусмотрено). Подать напряжение на двигатель вентилятора и проверить направление его вращения; убедиться, что чрезмерная вибрация вентилятора не наблюдается, а скорость охлаждающего воздуха достаточна для эффективного охлаждения тиристоров;

3) работу коммутатора и произвести его наладку. Подключить подъемный двигатель к сети и подать напряжение в схему управления тиристорами. Имитируя от независимого источника тока сигнал ошибки по скорости $\Delta U$, определить, какой величины сигнал необходим для перевода коммутатора из полностью закрытого в полностью открытое состояние (при отсутствии катодного осциллографа о состоянии коммутатора можно судить по коммутируемому тиристорами току и приложенному к ним напряжению; при полностью закрытом коммутаторе коммутируемый тиристорами ток равен нулю, при полностью открытом коммутаторе приложенное к тиристорам анодное напряжение практически равно нулю). Этот сигнал должен соответствовать ошибке по скорости, равной 0,1—0,15 м/с. При необходимости коэффициент передачи коммутатора может быть скорректирован изменением величины сопротивления резистора *R6*;

На безопасном удалении подъемных сосудов от разгрузочных кривых проверить работу коммутатора в режимах:

дотягивания груженого сосуда. Экспериментальным путем подобрать оптимальную для данной подъемной установки величину емкости гибкой обратной

связи *C1*, обеспечивающую хорошее качество регулирования (величины емкостей варьируются обычно в диапазоне 0—15 мкФ);

дотягивания порожнего сосуда. Переменным резистором *R2* согласовать зону работы коммутатора и механического тормоза. При этом увеличение скорости дотягивания порожнего сосуда по отношению к скорости дотягивания груженого сосуда должно составлять не более 0,2—0,25 м/с;

движения с промежуточной скоростью (порядка 2—3 м/с), если схемой автоматизации подобный режим предусмотрен.

Экспериментальным путем подобрать оптимальные для данной подъемной установки величины емкостей *C2* и *C3*, при которых обеспечивается плавный ввод коммутатора в работу (без рывков или чрезмерного запаздывания). Убедиться, что при полностью открытом коммутаторе обеспечивается дотягивание тяжелогруженого подъемного сосуда. В противном случае увеличить шунтируемую коммутатором часть роторных сопротивлений;

4) величину токов в жилах кабеля, которым коммутатор подключен к роторным сопротивлениям. Измерения произвести токоизмерительными клещами при полностью открытом коммутаторе. Эти токи должны отличаться между собой незначительно. Если имеются опасения, что тиристоры перегружены по току, то измерить максимальный ток одного из них с помощью последовательно включенного токоизмерительного шунта.

В процессе эксплуатации коммутатора может произойти пробой тиристора. В этом случае подъемный двигатель сразу же после включения реверсора развивает повышенный момент и издает необычный звук из-за несимметрии по фазам роторных сопротивлений.

## 4.6.4. Описание работы и методика наладки схемы автоматизации подъемной установки с асинхронным приводом

Ниже рассматривается один из возможных вариантов схемы автоматического управления подъемной установкой с применением рассмотренных ранее устройств автоматизации.

### 4.6.4.1. Описание схемы

Схема (рис. 4.115) содержит следующие основные узлы:

1 Статическое задающее устройства *ЗУ*. Входным сигналом устройства является напряжение $U_{вх}$, изменяющееся ступенчато в результате включения реле *РНВ*, *РНН* и этажных выключателей *ВКВ1—ВКВ5*, *ВКН1—ВКН5* путевого командоаппарата, выходным — сигнал заданной скорости $U_з$. Тахогенератор *ТГ* вырабатывает напряжение, пропорциональное действительной скорости, на которое после выпрямителя включен делитель на резисторах *R5* и *R6*. С резистора *R6* снимается сигнал действительной скорости $U_д$, который сравнивается с сигналом заданной скорости $U_з$. Сигнал ошибки по скорости $\Delta U = U_з - U_д$ вводится в *ЗУ* через резистор *R9* и диод *Д3* для компенсации ожидаемой погрешности в пути замедления.

2. Систему автоматического регулирования (САР) скорости в режиме механического подтормаживания. Схема содержит в прямом канале регулирования магнитный усилитель тормоза *УТ* (ТУМА-1-11), нагрузкой которого служит обмотка управления *ОУ* регулятора давления. Заторможенному состоянию машины соответствует $U_{у.т} = \max$, расторможенному $U_{у.т} \approx 0$. Усилитель имеет обмотки управления; смещения $ОСМ_{у.т}$, ошибки по скорости $ОС_{у.т}$, гибкой отрицательной обратной связи $ГОС_{у.т}$, гибкой связи по включению — отключению роторных контакторов $ГКС_{у.т}$. Устойчивость и необходимое качество регулирования в системе обеспечиваются выбором величины сопротивления резисторов *R4*, *R7* и емкостей *C1*, *C2*. Растормаживание — затормаживание машины производится путем соответственно замыкания — размыкания цепи обмотки $ОСМ_{у.т}$. Чтобы получить при этом минимальное время регулирования, переходный процесс в системе форсируется зарядом — разрядом емкости *C3* через обмотку управ-

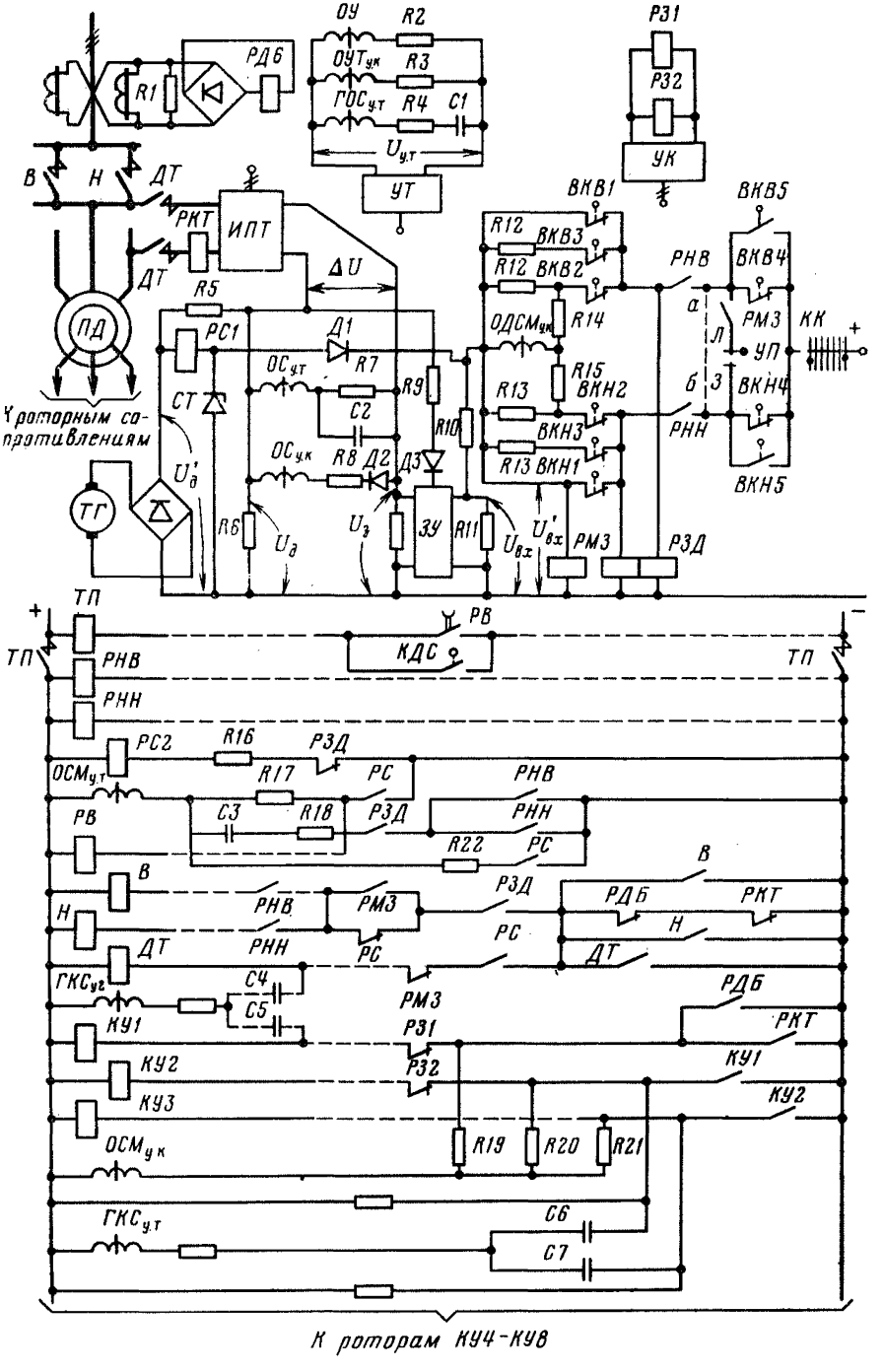



**Рис. 4.115. Принципиальная схема управления автоматизированной грузовой подъемной машиной с асинхронным приводом**

ления $ОСМ_{у.т}$. Цепь разряда емкости замыкается через обмотку реле времени *РВ*, которое контролирует процесс затормаживания. Так, если к моменту отключения реле *РВ* давление воздуха в цилиндрах рабочего тормоза не достигнет заданной величины, то контакт реле давления *КДС* не замкнется, контактор *ТП* отключится и произойдет наложение предохранительного тормоза.

3. САР скорости в режиме динамического торможения. В прямом канале регулирования имеется источник постоянного тока *ИПТ*, в качестве которого рекомендуется применять тиристорные выпрямители. На вход *ИПТ* подается сигнал ошибки по скорости $\Delta U$. Если основное замедление подъемных сосудов осуществляется на свободном выбеге под контролем механического тормоза, то динамическое торможение не применяется.

4. Схему управления роторными контакторами *КУ1* и *КУ2* в функции усилия механического тормоза (в период дотягивания) и в функции сигнала ошибки по скорости (при движении с промежуточной скоростью порядка 2—3 м/с). Она содержит магнитный усилитель *УК* (ТУМА-4-11), нагрузкой которого служат реле *Р31* (РЭВ-811, $U = 110$ В) и *Р32* (РЭВ-821, $U = 110$ В). Чтобы обеспечить необходимую последовательность действия реле, параметры срабатывания у реле *Р31* примерно вдвое выше, чем у реле *Р32*. Подобная их настройка не вызывает затруднений, так как катушка *Р32* имеет вдвое больше витков, чем катушка *Р31* при одном и том же омическом сопротивлении. Усилитель *УК* имеет обмотки управления: смещения $ОСМ_{у.к}$, дополнительного смещения $ОДСМ_{у.к}$, тормозного усилия $ОУТ_{у.к}$ и ошибки по скорости $ОС_{у.к}$. Обмотка $ОСМ_{у.к}$ действует в направлении уменьшения выходного напряжения усилителя, обмотки $ОДСМ_{у.к}$ и $ОУТ_{у.к}$ — в направлении его увеличения. Если для автоматизации периода дотягивания применяется тиристорный коммутатор для бесступенчатого регулирования момента асинхронного подъемного двигателя по цепи ротора, то рассматриваемая схема управления контакторами *КУ1* и *КУ2* не применяется.

Кроме того, для сокращения паузы в питании подъемного двигателя током при переходе из двигательного режима в режим динамического торможения и наоборот, дуговая блокировка выполнена по току статора и осуществляется с помощью реле *РДБ* (РЭВ-830, $I = 5$ а) и *РКТ*. Резистор *R1* позволяет установить необходимую величину тока в катушке реле *РДБ* и частично разгрузить по току выпрямительный мост. Реле контролирует наличие тока между двумя любыми фазами подъемного двигателя.

### 4.6.4.2. Работа схемы

При поступлении пускового импульса (см. рис. 4.115) включается реле *РНВ* (*РНН*) и выполняет следующие операции:

подготавливает включение контактора *В* (*Н*) реверсора и обмотки управления $ОСМ_{у.т}$;

через замкнутые этажные выключатели *ВКВ1* (*ВКН1*), *ВКВ4* (*ВКН4*) и контакт *КК* командоконтроллера включает реле *РМ3* и подает на вход *ЗУ* напряжение, соответствующее максимальной скорости;

включает двухобмоточное реле *РЗД* по одной из его обмоток.

В результате сигнал $U_з$ на выходе *ЗУ* начинает нарастать до максимальной величины, опережая сигнал $U_д$, диод *Д1* запирается напряжением обратной полярности, а реле *РЗД* включит контактор *В* (*Н*) и, замыкая цепь обмотки $ОСМ_{у.т}$, растормозит машину. Включается реле *РДБ* и замыкает цепь обмотки управления $ОСМ_{у.к}$. Так как $U_з > U_д$, $U_{у.т} \approx 0$, а этажный выключатель *ВКВ1* (*ВКН1*) замкнут, то обтекаются током только обмотки $ОСМ_{у.к}$ и $ОС_{у.к}$ усилителя *УК*, действующие в направлении уменьшения выходного напряжения усилителя. В результате усилитель переводится в режим минимального выхода, реле *Р31* и *Р32* отключаются и не препятствуют включению контакторов ускорения; происходит пуск машины до максимальной скорости. По достижении в процессе пуска скорости около 30 % максимальной происходит пробой стабилитрона *Ст* и обмотка *РС1* двухобмоточного реле скорости *РС* начинает обтекаться током, а при скорости около 90 % максимальной реле *РС* включается.

В точке начала основного замедления размыкается этажный выключатель *ВКВ1* (*ВКН1*) и сигналы $U_{вх}$ и $U'_{вх}$ уменьшаются до величин, соответствующих

промежуточной скорости, реле *РМЗ* отключается и подъемный двигатель переводится в режим динамического торможения, которое регулируется в функции сигнала ошибки по скорости $\Delta U$. Прежде чем сигнал $U_з$ уменьшится до величины, соответствующей промежуточной скорости, размыкается этажный выключатель *ВКВ2* (*ВКН2*) и сигналы $U_{вх}$ и $U'_{вх}$ уменьшаются до величин, соответствующих скорости дотягивания. Поэтому процесс основного замедления продолжается вплоть до достижения подъемными сосудами скорости дотягивания. Если в ходе замедления действительная скорость по какой-либо причине превысит заданную величину, то в работу вступит механический тормоз, создающий дополнительное тормозное усилие. В момент начала основного замедления диод *Д1* открывается напряжением прямой полярности, а стабилитрон *Ст* восстанавливает свои запирающие свойства. Поэтому обмотка *РС1* оказывается включенной на разность напряжений $U'_д$ и $U'_{вх}$. По достижении подъемными сосудами скорости, превышающей скорость дотягивания на заданную величину, реле *РС* отключается, подъемный двигатель снова подключается к сети и начинается процесс дотягивания. В ходе дотягивания имеет место некоторое превышение действительной скорости над заданной, величина которого определяется сигналом смещения усилителя *УТ* по обмотке $ОСМ_{у.т}$. Поэтому цепь обмотки $ОС_{у.к}$ оказывается запертой диодом *Д2* и управление усилителем *УК* осуществляется только через обмотки $ОСМ_{у.к}$ и $ОУТ_{у.к}$. В момент подключения подъемного двигателя к сети через резистор *R19* вводится смещение усилителя по обмотке $ОСМ_{у.к}$, достаточное для отключения реле *Р31*. Так как при автоматическом управлении тормозное усилие механического тормоза является практически линейной функцией сигнала $U_{у.т}$, то и ампер-витки обмотки $ОУТ_{у.к}$ связаны с тормозным усилием линейной зависимостью. Поэтому отключение реле *Р31* может произойти лишь при расторможенной машине, когда ампер-витки обмотки $ОУТ_{у.к}$ практически равны нулю ($iw_{ОУТ} \approx 0$). Если реле отключится, то включится контактор *КУ1* и через резистор *R20* будет введен дополнительный сигнал смещения усилителя *УК*, достаточный для отключения реле *Р32*. Теперь может произойти либо включение контактора *КУ2*, если машина остается по-прежнему расторможенной, либо отключение контактора *КУ1*, если в процессе подтормаживания ампер-витки обмотки $ОУТ_{у.к}$ достигнут величины $iw_{ОУТ} \geqslant iw_{откл}$, либо движение будет продолжаться с включенным контактором *КУ1*, если ампер-витки обмотки $ОУТ_{у.к}$ будут удерживаться в диапазоне $iw_{откл} > iw_{ОУТ} > 0$. Если включится контактор *КУ2*, то через резистор *R21* будет введен дополнительный сигнал смещения усилителя *УК* и отключение контактора сможет произойти лишь при возрастании ампер-витков обмотки $ОУТ_{у.к}$ до величины $iw_{ОУТ} \geqslant iw_{откл}$. Включение — отключение контакторов из-за инерционности системы управления тормозом сопровождается нежелательными всплесками и провалами скорости. Для их существенного уменьшения через емкости *С6*, *С7* и обмотку $ГКС_{у.т}$ на вход усилителя *УТ* вводится сигнал гибкой связи, обеспечивающий в момент включения — отключения контакторов форсированное изменение тормозного момента. Таким образом, в процессе дотягивания происходит непрерывный поиск наивыгоднейшей величины двигательного момента, при которой обеспечивается поддержание стабильной скорости дотягивания с минимальным подтормаживанием.

Перед посадкой опускаемого сосуда на брусья размыкается этажный выключатель *ВКВ3* (*ВКН3*) и скорость снижается до величины около 0,3 м/с. По достижении подъемными сосудами крайних положений отключается реле *РНВ* (*РНН*) и машина стопорится механическим тормозом.

Если по технологическим причинам необходимо остановить подъемные сосуды в промежуточной точке ствола (режим «Отбоя»), то производится размыкание участка *а—б* входных цепей *ЗУ*. Схемой предусматривается возможность постановки поднимаемого сосуда на «Отбой» в двух точках ствола: летом — перед разгрузочными кривыми, зимой — в теплой части ствола ниже нулевой приемной площадки. Выбор точки постановки на «Отбой» производится переключателем *УП*, контакт которого замкнут в положении *Л* (лето) и разомкнут в положении *З* (зима). В точке начала замедления при постановке на «Зимний отбой» размыкается этажный выключатель *ВКВ4* (*ВКН4*). Если при этом цепь *а—б* разомкнута, а переключатель *УП* стоит в положении *З*, то шунтирующая этаж-

ный выключатель *ВКВ4* (*ВКН4*) цепь через этажный выключатель *ВКН4* (*ВКВ4*) оказывается также разомкнутой. В результате происходит размыкание входных цепей *ЗУ*, реле *РЗД* и *РМЗ* отключаются и ход машины начинает замедляться. По достижении подъемными сосудами скорости 0,4—0,8 м/с отключатся реле *РС* и контактор *ДТ*, размыкается цепь обмотки $ОСМ_{у.т}$ усилителя *УТ* и машина стопорится механическим тормозом. Отключение реле *РС* происходит при совместном согласном действии его обмоток *РС1* и *РС2*. Изменяя с помощью резистора *R16* ампер-витки обмотки *РС2*, можно обеспечить отключение реле *РС* при такой скорости, чтобы наложение механического тормоза происходило без рывков, т. е. в момент достижения подъемными сосудами нулевой скорости.

Если переключатель *УП* установлен в положение *Л*, то он совместно с замыкающим контактом реле *РМЗ* шунтирует цепь *а—б*. Поэтому при постановке на «Отбой» замедление машины с последующим ее стопорением механическим тормозом происходит перед разгрузочными кривыми в результате размыкания этажного выключателя *ВКВ1* (*ВКН1*).

При чрезмерной вытяжке канатов опускаемый сосуд приходит в крайнее положение раньше, чем поднимаемый, и начинает загружаться. При этом вследствие открывания затвора дозатора загрузочного устройства цепь *а—б* размыкается. Чтобы это не приводило к постановке машины на «Отбой», несколько выше точки «Летнего отбоя» происходит замыкание этажного выключателя *ВКВ5* (*ВКН5*) и цепь *а—б* выводится из работы. Если цепь *а—б* восстанавливается, то машина оканчивает прерванный цикл. Так как зимой поднимаемый сосуд останавливается на «Отбой», обычно несколько ниже нулевой приемной площадки, то этажный выключатель *ВКВ1* (*ВКН1*) в точке «Зимнего отбоя» уже разомкнут и снятие с «Отбоя» производится на пониженной скорости 2—3 м/с в режиме релейно-импульсного регулирования двигательного момента с помощью контакторов *КУ1* и *КУ2*. Достигается это путем дополнительного смещения усилителя *УК* через обмотку $ОДСМ_{у.к}$, которое действует в направлении отключения контакторов *КУ1* и *КУ2*. В результате движение происходит при $U_з > U_д$ и включение — отключение контакторов *КУ1* и *КУ2* производится в функции сигнала ошибки по скорости $\Delta U$, который поступает на вход усилителя *УК* через обмотку $ОС_{у.к}$. При этом механический тормоз контролирует процесс регулирования скорости и вступает в работу, если действительная скорость начинает превышать заданную (например, при подъеме порожнего или недогруженного скипа). Перед разгрузочными кривыми размыкается этажный выключатель *ВКВ2* (*ВКН2*), обмотка $ОДСМ_{у.к}$ усилителя *УК* выводится из работы и начинается уже рассмотренный процесс дотягивания в разгрузочных кривых.

Контакт *КК* командоконтроллера замкнут, если рукоятка управления установлена в одно из крайних положений. Если рукоятку вывести из крайнего положения, то входная цепь *ЗУ* размыкается и происходит уже рассмотренный процесс постановки подъемных сосудов на «Отбой». Если рукоятку управления возвратить в крайнее положение, то машина оканчивает прерванный цикл. Таким образом, машинист сохраняет возможность вмешаться в работу автоматики и остановить подъемные сосуды в любом месте ствола, не прибегая к использованию предохранительного тормоза. Эта блокировка создает определенные удобства при наладке схемы автоматизации.

### 4.6.4.3. Наладка схемы

В процессе наладки часто возникает необходимость включать — отключать реле *РНВ* или *РНН* в условиях, когда схема получения пускового импульса еще не функционирует, а подъемные сосуды находятся в промежуточных точках ствола. Поэтому рекомендуется установить около пульта управления машиной универсальный переключатель на три положения («Вперед» — 0 — «Назад») для управления этими реле по желанию наладчика. При производстве всех замеров, связанных с включением машины, измерительные приборы рекомендуется располагать также около пульта управления для контроля со стороны наладчика действий машиниста и удобного общения с ним. Следует заранее проложить необходимое число проводов между панелью автоматики и пультом управления, либо использовать для этой цели имеющиеся резервные жилы кабельной разводки.

Наладку схемы автоматики рекомендуется произвести в такой последовательности:

1) произвести наладку процесса автоматического вывода подъемных сосудов из разгрузочных кривых подбором необходимых величин выдержек времени на включение контакторов ускорения. Если не удается добиться хорошего эффекта, за счет использования элементов только серийной схемы пуска подъемного двигателя, то применить дополнительные реле;

2) произвести наладку системы управления механическим тормозом.

Для этого вначале снять характеристику $U_{у.т}$ ($i_{ОСМ_{у.т}}$) магнитного усилителя *УТ*, где $U_{у.т}$ и $i_{ОСМ_{у.т}}$ — соответственно выходное напряжение и ток обмотки смещения усилителя. Резистором *R17* (см. рис. 4.115) выставить ток смещения, соответствующий минимальному выходному направлению усилителя.

Установить подъемные сосуды наперевес и застопорить машину специальным стопорным устройством. Разомкнуть входную цепь *ЗУ* (т. е. обеспечить $U'_{вх} = 0$), замкнуть цепь обмотки смещения $ОСМ_{у.т}$ и установить рукоятку управления рабочим тормозом в положение «Оторможено». Проворачивая ротор сельсина рабочего тормоза, установить такую величину дежурного тока в обмотке ручного управления регулятором давления, при которой обеспечивается полное растормаживание машины (обычно, 30—40 мА). Разомкнув цепь обмотки смещения $ОСМ_{у.т}$, затормозить машину рабочим тормозом через обмотку *ОУ* автоматического управления регулятором давления. Создаваемое при этом давление воздуха в цилиндрах рабочего тормоза должно обеспечивать надежное затормаживание машины. Установку необходимой величины давления произвести резистором *R2* (ток в цепи обмотки *ОУ* не должен превышать номинальный ток усилителя *УТ*, составляющий 150 мА).

Снять характеристику $p$ ($i_{ОС_{у.т}}$), где $p$ — давление воздуха в цилиндрах рабочего тормоза; $i_{ОС_{у.т}}$ — ток в цепи обмотки $ОС_{у.т}$ усилителя *УТ*. Для этого удобно вместо тахогенератора *ТГ* подключить регулируемый источник хорошо сглаженного постоянного тока, потенциально не связанного с остальной схемой управления, и с его помощью имитировать сигнал действительной скорости. Перед снятием характеристики растормозить машину замыканием цепи обмотки $ОСМ_{у.т}$.

Наладка САР скорости в режиме механического подтормаживания сводится к выбору величины сопротивления резисторов *R4*, *R7* и емкостей *C1*, *C2*. Чем меньше сопротивление резистора *R7*, тем выше статический коэффициент усиления системы; чем больше емкость *C2* и сопротивление резистора *R4*, тем выше быстродействие системы; чем больше емкость *C1*, тем сильней демпфируются переходные процессы в системе. Однако при чрезмерном увеличении коэффициента усиления и быстродействия системы возрастает и ее возможность к перерегулированиям и колебаниям, а при чрезмерном демпфировании система вяло реагирует на управляющие воздействия и изменения результирующего момента на валу подъемной машины. Рекомендуется величину сопротивления резистора *R7* выбирать из условия, чтобы приращению скорости подъемной машины в 0,1 м/с соответствовало приращение давления в цилиндрах рабочего тормоза в 39,0—78,0 кПа. Чтобы цепь обмотки $ОС_{у.т}$ оставалась при этом достаточно высокоомной и не оказывала чрезмерного шунтирующего действия на узел сравнения заданной и действительной скоростей, в качестве обмотки $ОС_{у.т}$ рекомендуется использовать три последовательно включенные обмотки управления усилителя *УТ* (обычно, 3н—3к, 4н—4к, 5н—5к). Резистор *R4* и емкости *C1* и *C2* подобрать следующим образом.

Остановить груженый сосуд за несколько десятков метров до разгрузочных кривых и путем опробования выяснить, при включении какого контактора ускорения обеспечивается движение сосуда вверх с небольшим ускорением. Предположим, необходимо включить контактор *КУ1*, что наиболее вероятно. Тогда следует зашунтировать контакт реле *Р31* в цепи катушки контактора *КУ1*, а цепь катушки контактора *КУ2* разомкнуть. Установить на выходе *ЗУ* сигнал, соответствующий скорости дотягивания путем размыкания этажных выключателей *ВКВ1* (*ВКН1*) и *ВКВ2* (*ВКН2*). Затем перейти на местное управление и включить реле *РНВ* (*РНН*), задав направление движения груженого сосуда в сторону кривых. В результате машина должна растормозиться и начать двигаться в за-

данном направлении со скоростью дотягивания при включенном контакторе *КУ1*. При этом могут иметь место три режима работы тормоза:

а) тормоз работает в автоколебательном режиме со сравнительно высокой частотой (порядка 1 Гц), причем могут наблюдаться колебания струны каната с возрастающей амплитудой;

б) подтормаживание осуществляется плавно;

в) тормоз работает в колебательном режиме со сравнительно низкой частотой (одно колебание за несколько секунд).

Первый режим свидетельствует, что емкость *С1* мала, емкость *С2* и сопротивление резистора *R4* велики. Третий режим свидетельствует, что емкость *С1* велика, емкость *С2* и резистор *R4* малы. Второй режим соответствует нормальному процессу дотягивания, но при этом система управления тормозом может оказаться все же излишне задемпфированной. Поэтому рекомендуется путем уменьшения емкости *С1* и увеличения емкости *С2* и сопротивления резистора *R4* довести систему до состояния, соответствующего первому режиму, а затем за счет регулировки этих же элементов возвратить ее в состояние, соответствующее второму режиму. При этом величины емкостей *С1*, *С2* и сопротивления резистора *R4* могут отличаться от исходных, а режим работы тормоза может оказаться более благоприятным, чем вначале.

Экспериментальным путем установлено, что параметры указанных емкостей и резистора при использовании в качестве *УТ* магнитных усилителей типа ТУМА-1-11 могут варьироваться в пределах: $C1 = 100—800$ мкФ, $C2 = 30—100$ мкФ, $R4 = 120$ Ом — 1,6 кОм. При этом подъемным установкам с большими маховыми массами соответствует, как правило, минимальная величина емкости *С1*, а с малыми маховыми массами — максимальная.

Первый режим опасен, так как вследствие сильных биений каната может быть повреждена подканатная защита или ограждение проема в стене для струны каната. Возможны и другие непредвиденные обстоятельства. Поэтому необходимо немедленно прекратить эксперимент. Это можно сделать отключением реле *РНВ* (*РНН*), выведением рукоятки командоконтроллера из крайнего положения, затормаживанием машины рабочим тормозом вручную, включением предохранительного тормоза. При всех последующих экспериментах и опробованиях на движущейся машине наладчик также должен заранее продумать свои действия на случай возникновения тех или иных аварийных ситуаций, предварительно лично убедиться в исправном действии рабочего и предохранительного тормозов, а также дать необходимые разъяснения и инструкции машинисту.

Режим дотягивания необходимо проверить и на порожних подъемных сосудах, так как в этом случае маховой момент подъемной установки меньше и, соответственно, склонность к колебаниям больше. При этом необходимо включать только контактор *В* (*Н*) реверсора.

Величина скорости дотягивания принимается обычно в пределах 0,5—0,8 м/с и устанавливается с помощью резисторов *R12* и *R13*. Вначале рекомендуется установить относительно небольшую скорость дотягивания, обеспечивающую заведомо плавный вход подъемных сосудов в разгрузочные кривые или мягкую посадку скипов на педаль загрузочного устройства. В период пробной эксплуатации по согласованию с обслуживающим подъемную установку персоналом подобрать оптимальную величину скорости дотягивания.

Дотягивание должно происходить при небольшом превышении действительной скорости над заданной ($\Delta U = U_з - U_д < 2—4$ В). Это превышение выбирается из условия получения необходимой величины наименьшей (посадочной) скорости путем окончательной установки тока смещения усилителя *УТ* резистором *R17*. В отдельных случаях наладчик может прийти к выводу, что посадочная скорость не нужна. Тогда схема может быть упрощена за счет исключения из нее этажных выключателей *ВКВ3* и *ВКН3*.

Растормаживание — затормаживание машины форсируется путем заряда — разряда емкости конденсатора *С3* через обмотку $ОСМ_{у.т.}$. Обычно принимаются следующие параметры форсирующей цепочки: $R18 = 2$ кОм, $C3 = 30—200$ мкФ, где емкость *С3* варьируется в указанных пределах пропорционально емкости *С1*. На некоторых подъемных установках при крайних положениях подъемных сосудов систематически наблюдается значительное провисание струны (т. е. сла-

бина) каната нижнего сосуда. В этих условиях при быстром растормаживании машины выборка слабины каната происходит столь резко, что нижний подъемный сосуд подпрыгивает на посадочных брусьях. Для предотвращения этого нежелательного явления необходимо подобрать параметры форсирующей цепочки *R18C3* так, чтобы процесс растормаживания на его завершающем этапе протекал плавно. Для индивидуальной настройки интенсивности растормаживания и затормаживания машины иногда вместо резистора *R18* применяют две параллельные цепочки, каждая из которых содержит последовательно соединенные резистор и развязывающий диод. Через одну цепочку происходит заряд емкости *C3*, через другую — разряд;

3) произвести наладку схемы управления контакторами *КУ1* и *КУ2* в период дотягивания. Как уже отмечалось, управление контакторами на подъемных машинах завода НКМЗ производится только по выходному напряжению усилителя *УТ* (т. е. в функции усилия механического тормоза) через обмотку $ОУТ_{у.к}$ усилителя *УК*. Схема настраивается на включение контакторов при таком давлении в цилиндрах рабочего тормоза, при котором машина практически уже расторможена, но зазора между тормозным ободом и колодкой еще нет, обычно 20—34 кПа (0,2—0,35 кг/см²), и на отключение при тормозном усилии, несколько превышающем приращение двигательного усилия от включения рассматриваемого контактора ускорения (соответствует давлению порядка 69—108 кПа. Для точного измерения давления в цилиндрах рабочего тормоза рекомендуется применять образцовые манометры. Реле *Р31* и *Р32* настраивают на включение и отключение при напряжениях: для реле *Р31* соответственно 75—80 и 35—40 В, для реле *Р32* соответственно 40—45 и 15—20 В. Высокий коэффициент возврата указанных реле достигается установкой дополнительных немагнитных прокладок между якорем и сердечником.

Настройка схемы управления контакторами *КУ1* и *КУ2* сводится к выбору величины сопротивлений резисторов *R3, R19, R20, R21* путем имитации работы тормоза и контакторов ускорения. Это осуществить в следующей последовательности:

снять характеристику $U_{у.к}$ ($i_{ОСМ_{у.к}}$), где $U_к$ — выходное напряжение усилителя *УК*; $i_{ОСМ_{у.к}}$ — ток обмотки $ОСМ_{у.к}$ и произвести настройку параметров срабатывания реле *Р31* и *Р32* согласно приведенным рекомендациям;

установить сопротивление резистора *R3* = 0,9—1 кОм и выставить на выходе усилителя *УТ* напряжение, соответствующее давлению в цилиндрах рабочего тормоза 20—34 кПа;

вывести из работы обмотки $ОС_{у.к}$ и $ОДСМ_{у.к}$ усилителя *УК* (для этого, например, достаточно обеспечить $U_з > U_д$ и разомкнуть этажные выключатели *ВКВ2* и *ВКН2*);

замкнуть цепь обмотки $ОСМ_{у.к}$ через резистор *R19* и выбрать его сопротивление из условия получения на выходе усилителя *УК* напряжения отключения реле *Р31*;

замкнуть цепь обмотки $ОСМ_{у.к}$ дополнительно через резистор *R19* и выбрать его сопротивление из условия получения на выходе усилителя *УК* напряжения отключения реле *Р32*;

установить на выходе усилителя *УТ* напряжение, соответствующее давлению в цилиндрах рабочего тормоза, при котором должен отключиться контактор *КУ1*;

произвести корректировку величины сопротивления резистора *R3* из условия получения на выходе усилителя *УК* напряжения включения реле *Р31*;

установить на выходе усилителя *УТ* напряжение, соответствующее давлению в цилиндрах рабочего тормоза, при котором должен отключиться контактор *КУ2*;

замкнуть цепь обмотки $ОСМ_{у.к}$ дополнительно через резистор *R21* и выбрать его сопротивление из условия получения на выходе усилителя *УК* напряжения включения реле *Р32*.

Следует отметить, что по характеристикам $p = f(U_{у.т}$ и $U_{у.к} = f(i_{ОСМ_{у.к}})$ параметры резисторов *R3, R19, R20, R21* могут быть определены и расчетным путем;

4) проверить режим движения машины с промежуточной скоростью 2—3 м/с. Для этого:

остановить груженый сосуд за 100—150 м до разгрузочных кривых;

размыканием этажного выключателя *ВКВ1* (*ВКН1*) установить на выходе *ЗУ* сигнал, соответствующий промежуточной скорости;

перейти на местное управления и включить реле *РНВ* (*РНН*), задав направление движения груженого сосуда в сторону разгрузочных кривых.

В результате машина должна прийти в движение с промежуточной скоростью, которая поддерживается в режиме релейно-импульсного регулирования без механического подтормаживания. При этом амплитуда колебаний скорости должна составлять 0,3—0,6 м/с. Ее величина зависит от величины сопротивления резистора *R8*: чем меньше сопротивление, тем меньше амплитуда. Далее следует повторить эксперимент с порожними подъемными сосудами. В этом режиме движение должно происходить с механическим подтормаживанием при включенном контакторе *В* (*Н*) и полностью введенном роторном сопротивлении со скоростью, на 0,2—0,3 м/с превышающей максимальную промежуточную скорость для груженого сосуда. Величина этого превышения зависит от сопротивления резистора *R14* (*R15*): чем меньше сопротивление, тем больше превышение;

5) произвести предварительную настройку двухобмоточного реле скорости. Реле *РС* настраивается на включение по обмотке *РС1* при скорости, составляющей примерно 90 % максимальной. Отключение реле также по обмотке *РС1* должно происходить при $U'_д > U''_з$ на величину, соответствующую скорости примерно 1 м/с. При постановке подъемных сосудов на «Отбой» обмотки *РС1* и *РС2* действуют согласно и отключение реле должно происходить при скорости 0,4 — 0,8 м/с, которая устанавливается резистором *R16*;

6) произвести наладку процесса основного замедления.

Основное замедление может осуществляться либо на свободном выбеге, либо с использованием динамического торможения (на многоканатных подъемных установках практикуется замедление и в двигательном режиме при полностью или частично введенном роторном сопротивлении).

Свободный выбег применяют, если замедление нормально груженого сосуда под действием статической неуравновешенности составляет 0,7 м/с$^2$ и более. В этом случае наладка процесса основного замедления сводится к выбору такой интенсивности изменения сигнала заданной скорости, чтобы при подъеме наиболее вероятного груза замедление происходило в основном без участия тормоза, а небольшое подтормаживание начиналось перед включением реверсора для последующего дотягивания. Подобная регулировка производится выбором необходимой величины емкости *С* в схеме задающего устройства (см. рис. 4.107).

Если основное замедление производится в режиме динамического торможения, то вначале необходимо снять характеристику $I_{д.т} = f(\Delta U)$ при заторможенной машине, где $I_{д.т}$ — ток динамического торможения в цепи статора подъемного двигателя. Крутизна этой характеристики определяет коэффициент усиления системы динамического торможения и принимается из условия, чтобы приращению ошибки по скорости в 0,1 м/с соответствовало приращение тока динамического торможения 20—30 % номинального тока подъемного двигателя. После этого смещением *ИПТ* (рис. 4.115) необходимо установить ток динамического торможения при $\Delta U = 0$, который принимается на 20—40 % меньше ожидаемой величины тока в процессе основного замедления.

На безопасном удалении от разгрузочных кривых (например, в месте постановки на «Зимний отбой») произвести замедление нормально груженого сосуда от максимальной скорости до нулевой с последующим автоматическим стопорением машины механическим тормозом и зафиксировать по приборам величину и характер изменения тока динамического торможения и ошибки по скорости $\Delta U$. Ток динамического торможения должен быть на 20—40 % больше величины, установленной смещением *ИПТ*, а $\Delta U \approx 1$—2 В с превышением действительной скорости над заданной. При необходимости произвести подрегулировку смещением *ИПТ*. В процессе замедления происходит включение контакторов ускорения (обычно *КУ1—КУ3*, иногда *КУ1—КУ5*) по времени или скорости. Первоначаль-

ную настройку включения контакторов ускорения рекомендуется производить при скоростях, приведенных ниже.

| | *КУ1* | *КУ2* | *КУ3* | *КУ4* | *КУ5* |
|---|---|---|---|---|---|
| Скорость в долях от максимальной | 1 | 0,8—0,85 | 0,4—0,45 | 0,2—0,25 | 0,1—0,15 |

Если после включения очередного контактора ускорения ток динамического торможения и ошибка по скорости $\Delta U$ резко уменьшаются, то этот контактор следует включать при большей скорости, если возрастают — при меньшей. При правильной настройке включения контакторов ток динамического торможения и ошибка по скорости в процессе замедления изменяются в небольших пределах (см. рис. 4.110).

Механический тормоз в период основного замедления должен «подстраховывать» динамическое торможение, т. е. вступать в работу только в случае чрезмерного возрастания сигнала ошибки $\Delta U$. Согласование зон работы динамического торможения и механического тормоза производится с помощью резистора *R22* (см. рис. 4.115), через который при включенном реле *РС* вводится сигнал дополнительного смещения усилителя *УТ*.

В момент включения контактора *ДТ* или контакторов ускорения часто наблюдаются динамические удары в кинематической цепи подъемный двигатель — барабан. Для устранения этого явления рекомендуется применять следующие меры:

при движении с максимальной скоростью обеспечить некоторое превышение сигнала заданной скорости по отношению к сигналу действительной скорости; величину этого превышения (составляет, обычно, 2—5 В) принимают из условия, чтобы при подъеме нормального груза в момент включения контактора *ДТ* $\Delta U = U_з - U_д \geqslant 0$;

уменьшить интенсивность замедления;

демпфировать процесс нарастания тока динамического торможения с помощью гибкой отрицательной обратной связи по напряжению *ИПТ* (цепь обмотки управления $ОУ_{у1}$ на рис. 4.113);

в некоторых случаях хороший эффект дает включение контактора *КУ1* (см. рис. 4.115) с контактором *ДТ*;

ввести на вход *ИПТ* гибкую отрицательную обратную связь по включению контакторов, вызывающих динамический удар (для этого предназначена обмотка $ГКС_{у2}$, возможный вариант подключения которой, например, к катушкам контакторов *ДТ* и *КУ1* через емкости *С4* и *С5* показан на рис. 4.115).

Автоматическое стопорение машины механическим тормозом по окончании процесса замедления должно происходить плавно, без рывков или обратного проворота барабана. Это достигается окончательной подстройкой момента отключения реле *РС* по обмоткам *РС1* и *РС2* с помощью резистора *R16* (см. рис. 4.115).

На безопасном удалении от разгрузочных кривых произвести замедление нормально груженого сосуда с последующим переходом к дотягиванию. Переход должен происходить без провалов скорости или чрезмерного подтормаживания. Это достигается окончательной настройкой отключения реле *РС* по обмотке *РС1*. Затем произвести замедление с последующим переходом к движению с промежуточной скоростью и убедиться, что этот переход также происходит плавно, без подтормаживания или провалов скорости.

Далее необходимо проверить величину разброса пути замедления при подъеме груженого и перегоне порожних сосудов. Для этого следует остановить на «Зимний отбой» груженые и порожние подъемные сосуды и отметить на барабане точки стопорения. Если путь замедления порожнего сосуда больше, чем груженого, то необходимо уменьшить сопротивление резистора *R9* в цепи коррекции сигнала заданной скорости. При правильно выбранном сопротивлении резистора *R9* разброс пути замедления не зависит от степени загрузки подъемных сосудов и в результате действия случайных факторов составляет до 1—1,5 м;

7) выполнить автоматический цикл на местном управлении с переносом точки начала основного замедления на такое удаление от разгрузочных кривых, при котором машинист имеет полную возможность контролировать процесс основного замедления и вмешаться в работу машины при возникновении аварийных ситуаций. На завершающем этапе периода дотягивания машинист должен быть готов застопорить машину рабочим тормозом выведением рукоятки командоконтроллера из крайнего положения, если датчик стопорения не сработает в заданной точке ствола.

Если все элементы схемы автоматического управления функционируют нормально, то точку начала основного замедления перенести методом последовательных приближений на такое удаление от разгрузочных кривых, чтобы получить предусмотренную проектом величину пути дотягивания. При этом все защитные и блокировочные устройства, предусмотренные схемой для автоматического режима работы, должны быть в полной исправности.

После этого подъемная установка может быть переведена на дистанционное, а затем и автоматическое управление и сдана в пробную эксплуатацию. В период пробной эксплуатации на основе накапливающейся статической информации о работе установки в автоматическом режиме произвести окончательную доводку параметров системы управления до оптимальных. Если, по мнению наладчика, визуальный контроль и анализ показаний щитовых и переносных приборов не дает достаточной информации для оптимизации режимов работы установки, то необходимо снять серию осциллограмм с записью характерных параметров системы управления (заданная и действительная скорости, ток статора подъемного двигателя в двигательном режиме и ток динамического торможения, напряжение на выходе магнитного усилителя тормоза и т. п.).

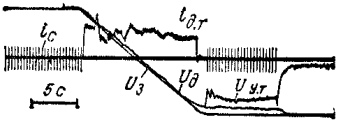



Рис. 4.116. Осциллограмма автоматического замедления подъемных сосудов в режиме динамического торможения с последующим их дотягиванием

На рис. 4.116 приведена осциллограмма автоматического замедления подъемных сосудов в режиме динамического торможения с последующим дотягиванием в разгрузочных кривых в двигательном режиме с механическим подтормаживанием (максимальная скорость подъемных сосудов 9,13 м/с).

## 4.7. ЗАЩИТНЫЕ И БЛОКИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА

### 4.7.1. Требования к схемам защиты и блокировок

Нормальная и безаварийная работа подъемной установки обеспечивается при наличии следующих защитных и блокировочных устройств:

защиты от переподъема;

защиты от превышения скорости;

защиты от провисания струны и напуска каната;

защиты при проскальзывании каната (канатов) подъемных машин с приводными шкивами трения;

защит и блокировок, контролирующих работу тормозной системы;

защит и блокировок, контролирующих работу механизма перестановки барабанов;

защит и блокировок, препятствующих поражению электрическим током;

защит и блокировок, контролирующих работу приводного двигателя (двигателей);

блокировки, позволяющей включать двигатель после переподъема или напуска каната только в сторону ликвидации переподъема или напуска каната;

блокировки, не допускающей снятия предохранительного тормоза, если рукоятка рабочего тормоза не находится в положении «Заторможено», а рукоятка аппарата управления (контроллера) в нулевом положении;

блокировки системы маслосмазки (для машин с централизованной системой маслосмазки);

технологических защит и блокировок.

В зависимости от типа привода защиты и блокировки, контролирующие работу приводных электродвигателей, будут различными.

Подъемные машины с асинхронным приводом должны иметь:

максимальную и нулевую защиту подъемного двигателя;

блокировку положения масляного выключателя (автомата);

взаимную блокировку контакторов реверсора;

дуговую блокировку контакторов реверсора;

блокировку от залипания контакторов ускорения (для двигателей с металлическим реостатом в цепи ротора);

блокировку от понижения уровня электролита (для двигателей с жидкостным реостатом в цепи ротора);

блокировку от исчезновения напряжения постоянного тока в цепях управления.

Машины, оборудованные динамическим торможением, дополнительно должны иметь:

максимальную защиту источников постоянного тока;

защиту от исчезновения постоянного тока в статоре;

блокировку нулевого положения рукоятки аппарата управления (контроллера) двигателя при переходе с режима динамического торможения в двигательный режим;

блокировку от одновременного действия предохранительного и динамического торможения.

Подъемные машины с приводом по системе Г—Д должны иметь:

максимальную и нулевую защиту приводного двигателя генератора;

максимальную защиту цепи постоянного тока;

защиту от превышения напряжения генератора;

защиту от исчезновения возбуждения подъемного двигателя;

защиту от замыкания на «землю» цепей постоянного тока;

защиту от нарушения охлаждения электрических машин;

блокировку положения масляного выключателя приводного двигателя генератора;

блокировку положения автомата главного тока;

блокировку включения автомата главного тока при наличии напряжения на якоре генератора.

Технологические защиты и блокировки зависят от типа подъемных сосудов и назначения подъемной установки.

Скиповые подъемные установки должны иметь блокировку заполнения приемных бункеров.

Клетевые установки должны иметь:

блокировку посадочных кулаков и качающихся площадок;

блокировку, отключающую механизмы обмена вагонеток в режиме «Ревизия» и при спуске — подъеме людей;

блокировку предохранительных решеток приемных площадок, включающую сигнал «Стоп» у машиниста при открытых решетках;

сигнализацию о выдергивании тормозных канатов в месте их крепления в зумпфе.

Автоматизированные подъемные установки должны иметь следующие дополнительные защиты и блокировки:

защиту от обратного хода подъемных сосудов;

блокировку, контролирующую выполнение команды на растормаживание машины;

контроль замыкания на «землю» в цепях управления и защиты;

блокировку, не допускающую перехода с ручного управления на автоматическое и обратно без наложения предохранительного тормоза.

На всех автоматизированных подъемных установках должны быть установлены следующие блокировочные устройства, вызывающие постановку подъемных сосудов на «Отбой» или запрещающие пуск:

блокировку, предотвращающую посадку подъемного сосуда на незакрывшийся затвор дозатора;

блокировку, контролирующую нижний уровень горной массы в загрузочном бункере, если его полное опорожнение недопустимо;

блокировку, контролирующую верхний уровень горной массы в приемном бункере;

блокировку от перегона порожних сосудов;

блокировку пуска, если верхний подъемный сосуд не разгрузился;

защиту от перегрева подшипников подъемной машины и двигателя;

блокировку, контролирующую работу тормоза.

На автоматизированных подъемных установках с асинхронным приводом должна быть установлена защита от чрезмерной продолжительности разгона и дотягивания, воздействующая на предохранительный тормоз.

На автоматизированных подъемных установках с приводом постоянного тока должна быть установлена действующая на отключение автомата главного тока максимальная токовая защита главной якорной цепи с зависимой от тока выдержкой времени и индивидуальной настройкой для режима движения и режима стоянки.

Защитные и блокировочные устройства могут выполнять свои функции только при правильной их наладке и соблюдении всех эксплуатационных требований. Работу защит и блокировок необходимо проверять ежесменно при передаче машинистами смен и один раз в пятнадцать дней — главным механиком шахты. Детальную ревизию и наладку аппаратов защиты и блокировки произвести при монтаже установки, а также при периодических ревизиях и наладках.

## 4.7.2. Защита двигателей переменного тока

Главные (подъемные) и вспомогательные электродвигатели подъемных установок должны иметь максимальную токовую защиту от междуфазных коротких замыканий и нулевую защиту. Для некоторых приводов может предусматриваться защита от перегрузки двигателя.

Защиту от замыкания на «землю» устанавливают на двигателях мощностью до 2000 кВт в том случае, если ток замыкания на «землю» $I_з \geqslant 10$ А. На двигателях мощностью 2000 кВт и более защита устанавливается при $I_з \geqslant 5$ А.

При срабатывании защиты подъемный двигатель должен отключиться от сети, а машина затормозиться предохранительным тормозом.

### 4.7.2.1. Максимальная токовая защита

Для защиты электродвигателей от междуфазных коротких замыканий применяют максимальную токовую защиту, отстроенную от пусковых токов.

Низковольтные электродвигатели защищаются от коротких замыканий автоматическими выключателями или плавкими предохранителями.

Максимальная защита высоковольтных электродвигателей подъемных установок может осуществляться как реле мгновенного действия, так и реле с ограниченно зависимой выдержкой времени. В последнем случае применяется реле типа РТ-82 (ИТ-82), в котором отсечка по току используется в качестве защиты от коротких замыканий, а индукционный элемент — для защиты от перегрузки.

Как правило, защиту выполняют двухрелейной. В случае, когда это возможно по чувствительности, применяют однорелейную схему защиты, в которой реле включается на разность токов двух фаз (рис. 4.117, *а*, *б*).

Уставку срабатывания реле защиты выбрать следующим образом.

Для защиты мгновенного действия (отсечки) асинхронных электродвигателей с фазовым ротором уставку защиты принять из условия

$$I_{уст} = \frac{(2{,}5 \div 3{,}0)\, I_{ном}}{K_т} K_{сх}, \qquad (4.38)$$

где $I_{ном}$ — номинальный ток, А; $K_т$ — коэффициент трансформации трансформаторов тока; $K_{сх}$ — коэффициент схемы; $K_{сх} = 1$ для двухрелейной схемы и $K_{сх} = \sqrt{3}$ для однорелейной схемы (см. рис. 4.117, *а*).

Для синхронных электродвигателей и асинхронных с короткозамкнутым ротором уставку отсечки принять из условия

$$I_{уст} = \frac{K_н K_п I_{ном}}{K_т} K_а K_{сх}, \qquad (4.39)$$

где $K_н$ — коэффициент надежности (обычно 1, 2); $K_п = 6—9$ — кратность пускового тока двигателя; $K_а$ — коэффициент, учитывающий апериодическую составляющую пускового тока; $K_а = 1$ — для защит с реле прямого действия; $K_а = 1{,}8$ — для защит с быстродействующими реле типа РТ-80.

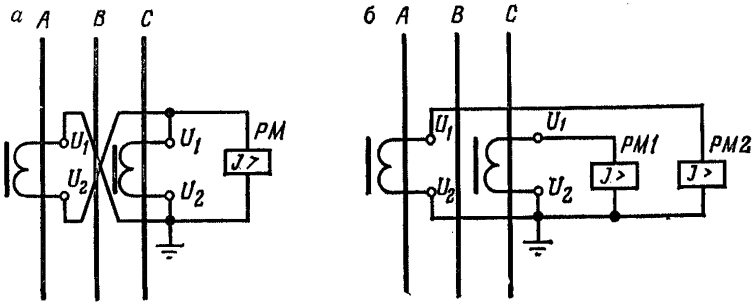



**Рис. 4.117. Схемы подключения токовых реле к трансформаторам тока:** *а* — однорелейная схема (реле включено на разность токов двух фаз); *б* — двухрелейная схема (реле включены на фазовый ток)

Для защит с реле РТ-80 (ИТ-80) уставку реле по току индукционного элемента определить по формуле

$$I_{уст} = \frac{K_н I_{ном}}{K_в K_т}, \qquad (4.40)$$

где $K_в$ — коэффициент возврата реле (обычно 0,85).

Уставку реле по шкале времени первоначально принять равной 3 с при десятикратном токе трогания, затем уставку по времени скорректировать так, чтобы при нормальном запуске двигателя защита не срабатывала.

После выбора необходимых уставок реле наладку защиты произвести в такой последовательности:

1) проверить правильность монтажа схемы защиты. При проверке схемы определить правильность сборки ее и маркировку проводов и зажимов. Кроме того, проверить плотность затяжки контактов и исправность паек всех присоединений, крепление отдельных деталей реле и самих реле к панели;

2) произвести внешний осмотр и проверить механическую часть всех элементов релейной защиты. При этом проверить ход подвижных систем реле, возврат их в исходное положение, отсутствие заедания в подшипниках, подпятниках, воздушные зазоры и т. п. У электромагнитных реле осмотреть спиральную пружину. Плоскость ее должна быть строго перпендикулярна к оси реле, витки не должны касаться друг друга. Контакты и мостик очистить от грязи и протереть чистой плотной бумагой или картоном и отрегулировать контакты;

3) проверить величину сопротивления изоляции цепей защиты. Измерение сопротивления изоляции первичных обмоток трансформаторов произвести мегомметром на напряжение 2500 В; величина сопротивления изоляции не нормируется.

Измерение величины сопротивления изоляции вторичных обмоток трансформаторов произвести мегомметром на напряжение 1000 В. Величина сопротивления изоляции не нормируется, но вместе с подсоединенными к ним цепями должна быть не менее 1 МОм;

4) проверить состояние шкалы токов трогания; определить коэффициент возврата реле и снять характеристики выдержки времени.

Проверку токовых реле защиты произвести вторичным током по схеме, приведенной на рис. 4.118. При проверке, медленно увеличивая ток, зафиксировать его величину по амперметру в момент, соответствующий току трогания реле. Затем увеличить ток несколько больше тока срабатывания, после чего ток снизить и зафиксировать его величину в момент возврата реле (отключение якоря или размыкание контакта). Отношение тока возврата к току трогания реле определяет коэффициент возврата реле на данной уставке. Проверку реле выполнить на всех установках.

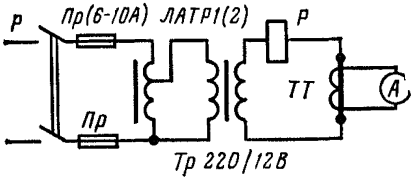



Рис. 4.118. Схема проверки токовых реле вторичным током

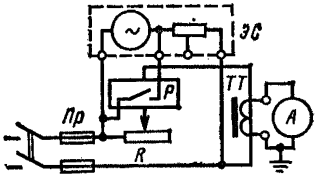



Рис. 4.119. Схема для снятия временной характеристики реле типа РТ-80 (ИТ-80) при помощи электрического секундомера

В реле типа РТ-80 (ИТ-80) проверить шкалы тока и отсечки и снять характеристики. Схема для снятия временной характеристики приведена на рис. 4.119. Шкалу тока проверить так же, как и у обычных токовых реле, т. е. определить ток трогания, возврата и коэффициент возврата на всех участках уставок реле. Перед проверкой шкалы тока необходимо уставку по времени поставить максимальную, а уставку шкалы отсечки «загрубить». После установки соответствующей уставки по току реле следует закрыть кожухом, так как проверка со снятым кожухом приводит к ошибке.

Перед проверкой следует убедиться, что вращение диска реле начинается с момента, когда ток в катушке реле превысит 25 % тока соответствующей уставки. При медленном повышении тока в обмотке реле определить ток трогания по моменту зацепления червяка с зубчатым сегментом, а ток возврата по моменту их расцепления. Проверку произвести на всем диапазоне шкалы тока.

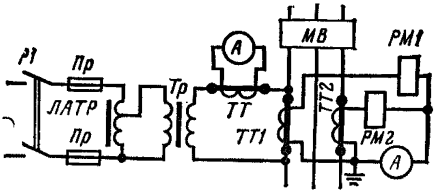



Рис. 4.120. Схема проверки защиты первичным током

Затем произвести проверку по шкале отсечки. В этом случае ток трогания определить по моменту замыкания контакта реле, а ток возврата — по его размыканию, контролируемому при помощи лампочки, подключенной к контакту реле. Так как при проверке шкалы отсечки обмотка реле быстро нагревается, следует ток подавать кратковременно и делать соответствующие паузы между замерами. Следующим этапом проверки является снятие характеристики реле, определение зависимости времени от тока (см. рис. 4.119). Перед снятием характеристики регулятор отсечки установить на максимальный предел. Установить расчетную уставку по шкале тока и расчетную уставку по шкале времени. Нагрузочным устройством повысить ток до величины, равной току уставки. После этого отключить рубильник и возвратить стрелку секундомера на нуль. Затем рубильник включить и подать установленный ток в катушку реле. Одновременно включить электрический секундомер, который фиксирует время от начала подачи импульса до срабатывания реле. Затем на этой же уставке повторить операции при токе: $1{,}5I_{уст}$; $2I_{уст}$; $3I_{уст}$; $5I_{уст}$; $7I_{уст}$; $10I_{уст}$. Величину тока установить по амперметру, причем во избежание сильного перегрева катушки реле следует делать паузы, особенно при снятии характеристики на высших пределах уставок по

току. Снятую характеристику сравнить с паспортной. Причинами несовпадения со шкалой характеристики выдержки времени и токов трогания являются обычно заедания в подпятниках, задевание диска за магниты, разрегулировка постоянного (тормозного) магнита или неодновременное касание мостиком обоих контактов;

5) произвести настройку защиты первичным током (см. рис. 4.120). При этом произвести контрольный замер тока трогания и тока возврата реле на расчетной уставке и проверить коэффициент трансформации трансформаторов тока;

6) проверить работу защиты на отключение выключателя.

### 4.7.2.2. Защита от перегрузки одного из двигателей при двухдвигательном приводе

Защита выполняется при помощи реле контроля загрузки двигателей, включенного на разности токов двигателей. Один из вариантов схемы включения реле контроля загрузки приведен на рис. 4.121.

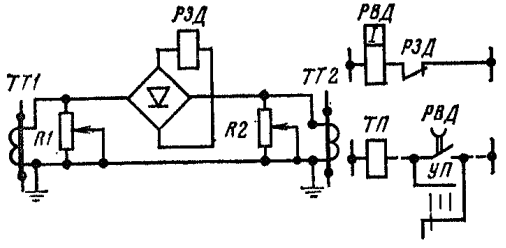



**Рис. 4.121. Схема защиты от перегрузки одного из двигателей при двухдвигательном приводе**

При одинаковой загрузке двигателей падение напряжения на резисторах *R1* и *R2* должны быть одинаковыми и ток в реле *РЗД* отсутствовать. Если возникает разность в токах двигателей, появляется и разность напряжений на резисторах *R1* и *R2* и через реле *РЗД* начинает протекать ток. При определенной величине тока реле *РЗД* включится и разомкнет свой контакт в цепи реле времени *РВД*. Реле *РВД* с выдержкой времени отключится и разомкнет свой контакт в цепи контактора *ТП*. Выдержка времени реле *РВД* необходима для отстойки защиты от неодновременного изменения токов двигателей при разгоне и устанавливается обычно в пределах 2—3 с.

Для возможности работы одним двигателем (при дотяжке, в аварийных случаях и т. д.) необходимо предусмотреть шунтирование контакта реле *РЗД* или *РВД*.

При наладке защиты необходимо проверить правильность сборки схемы, состояние реле и сборки зажимов, настройку реле и срабатывание защиты. Реле *РЗД* необходимо настроить на четкую работу при минимальном токе включения. Проверку действия защиты произвести током двигателя.

Для этого в схеме управления контакторами одного из подъемных двигателей искусственно исключить возможность включения одного из контакторов (сначала КУ8, затем КУ7 и т. д., до срабатывания защиты) и включить подъемную машину. При этом один из подъемных двигателей будет работать на естественной характеристике, а второй — на искусственной.

### 4.7.2.3. Нулевая защита электродвигателей

При исчезновении или значительном снижении (более 40 %) напряжения питающей сети подъемного двигателя должен отключиться масляный выключатель (автомат) и подъемная машина затормозится предохранительным тормозом.

Нулевая защита низковольтного подъемного двигателя осуществляется встроенным в автомат реле минимального напряжения, которое воздействует на механизм свободного расцепления автомата.

Выполнение нулевой защиты высоковольтного двигателя зависит от типа привода масляного выключателя. В ручных и пружинно-моторных приводах (ПРБА, ПРА, ППМ-10, ПП-61) нулевая защита осуществляется с помощью реле минимального напряжения (нулевой катушки), встроенной в привод и включаемой на напряжение 100 В вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения. В электромагнитных соленоидных приводах ПС-10 и ПЭ-11 для осуществления нулевой защиты применяют специальную нулевую приставку

к приводу, в которой катушка питается напряжением 100 В от измерительного трансформатора напряжения, а сердечник катушки при ее обесточивании воздействует на механизм свободного расцепления привода.

При ревизии и наладке нулевой защиты необходимо проверить:

1) исправность и свободный ход механизма свободного расцепления привода и якоря реле минимального напряжения (нулевой катушки). Все перекосы и заедания должны быть устранены;

2) величину напряжения включения и отключения якоря реле минимального напряжения (нулевой катушки). Напряжение включения должно быть не более 85 % номинального напряжения, а напряжение отключения — менее 60 %.

Проверку произвести с помощью лабораторного автотрансформатора. При проверке нулевой защиты вторичная обмотка трансформатора напряжения должна быть отключена во избежание обратной трансформации напряжения.

У реле минимального напряжения с выдержкой времени время срабатывания защиты установить в пределах 0,5—1 с, чтобы отстроиться от кратковременных падений напряжения.

Проверку действия нулевой защиты подъемного двигателя осуществить искусственным разрывом цепи реле минимального напряжения. При этом масляный выключатель (автомат) должен отключиться, а подъемная машина затормозиться предохранительным тормозом. Если защита не сработала, необходимо отрегулировать реле и проверить привод масляного выключателя или автомата.

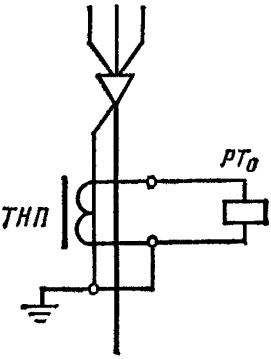



**Рис. 4.122. Схема защиты от однофазных замыканий на землю**

### 4.7.2.4. Защита от однофазных замыканий на «землю»

Защиту выполняют (рис. 4.122) при помощи специального трансформатора нулевой последовательности (типа ТЗЛ или ТЗРЛ) и электромагнитного токового реле (типа ЭТ-521). Трансформатор тока нулевой последовательности состоит из сердечника кольцеобразной или прямоугольной формы, который надевают на трехжильный кабель, идущий от масляного выключателя к двигателю и вторичной обмотки, к которой присоединено токовое реле. Первичной обмоткой служит кабель.

В нормальных условиях, а также при трех- и двухфазных коротких замыканиях геометрическая сумма токов фаз кабеля равна нулю, и через реле ток не протекает. При однофазном замыкании на «землю» симметрия токов кабеля нарушается, в сердечнике появляется магнитный поток, который, наводя во вторичной обмотке э. д. с., вызывает протекание токов через обмотку реле.

При установке трансформатора тока нулевой последовательности кабель необходимо тщательно изолировать от крепящих конструкций, а заземляющий провод от брони кабеля пропустить через внутреннее отверстие трансформатора тока. Если бы кабель был заземлен непосредственно в месте его крепления, то защита могла бы неправильно действовать от токов, протекающих по броне и свинцовой оболочке кабеля при замыканиях на «землю» в другом кабеле, при производстве сварочных работ вблизи кабеля и др. При указанном способе заземления кабеля ток, протекающий по броне кабеля, уходит по заземляющему проводу в противоположном направлении, следовательно, его суммарное действие равно нулю.

Для проверки и настройки защиты через трансформатор тока необходимо пропустить провод, в который от нагрузочного устройства подать ток. Затем ток плавно увеличивать до срабатывания защиты.

Ток срабатывания защиты должен быть не более 10 А для двигателей мощностью до 2000 кВт и не более 5 А для двигателей 2000 кВт и более. Рекомендуется настраивать защиту на минимально возможные для данной схемы защиты токи срабатывания, но при этом реле не должно срабатывать при пуске двигателя.

## 4.7.3. Защита двигателей постоянного тока

### 4.7.3.1. Защита главной якорной цепи

Максимальная защита в цепи постоянного тока осуществляется максимальным реле автомата *АГ* (см. рис. 4.104), которое необходимо настроить на ток включения, равный 2,5-кратному номинальному току двигателя.

Действие защиты проверить подачей напряжения на задающую обмотку усилителя при заторможенной рабочим тормозом машине. Обмотку токоограничения при этом отключить. Следует иметь в виду, что проверка максимальной защиты является весьма ответственной операцией. Нельзя допускать резкого возрастания тока в главной цепи. Плавно увеличивая ток в задающей обмотке, надо

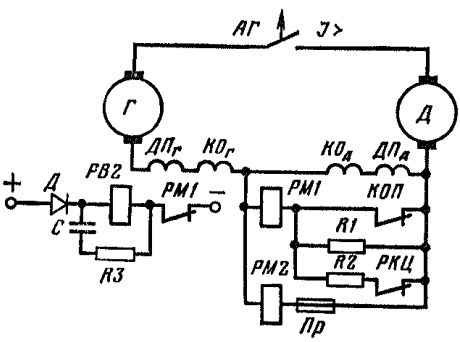



Рис. 4.123. Схема защиты главной якорной цепи электрических машин постоянного тока

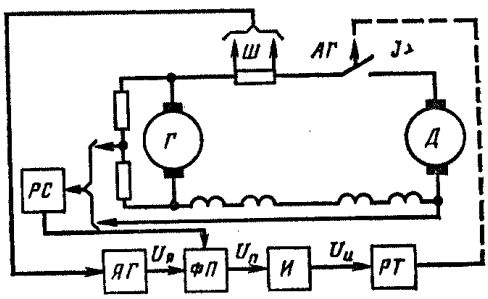



Рис. 4.124. Функциональная схема аппарата комбинированной токовой защиты

внимательно наблюдать за показаниями амперметра. Если ток достиг величины, равной установленному току срабатывания, а защита не сработала, необходимо немедленно снизить ток до нуля и определить причину несрабатывания защиты. Следует помнить, что повышение тока до величины, большей 2,5-кратного номинального тока, может привести к выходу из строя коллектора генератора или двигателя. Однако эта защита обладает следующими недостатками:

если при стопорении подъемной машины не наложилось гашение остаточного магнетизма, то ток в главной якорной цепи может достичь номинального значения и более;

при движении подъемной машины с небольшой скоростью (например, при входе подъемных сосудов в разгрузочные кривые и выходе из них) вследствие неполного ее растормаживания, застревания подъемных сосудов в стволе или их перегрузке подъемная машина может остановиться. При этом величина тока в главной якорной цепи определяется уставкой токовой отсечки (током упора, достигающим $2—2{,}3I_{ном}$);

при значительном перегрузе подъемных сосудов или неполном растормаживании машина может находиться в движении, но ток в главной якорной цепи будет ограничиваться только уставкой токовой отсечки.

На рис. 4.123 приведена схема защиты подъемного электродвигателя от перегруза, которая выполнена на реле *РМ1* типа РЭВ-311 (РЭВ-312) с сопротивлением катушки 8—10 Ом и реле *РВ2* с сопротивлением катушки 11 кОм. Параллельно катушке реле *РВ2* включена цепочка из конденсатора *С* емкостью 1000 мкФ и резистора *R3* = 100 Ом, которые обеспечивают выдержку времени реле на отключение порядка 25—30 с. Резистор *R3* предназначен для ограничения тока заряда конденсатора.

Защита от неудовлетворительного гашения поля остаточного магнетизма состоит из цепочки реле *РМ1* и последовательно включенного с ним контакта *КОП*.

Защита от перегруза подъемного сосуда и движения машины на пониженной скорости по всему стволу, когда ток в главной якорной цепи определяется токовой отсечкой, осуществляется при помощи реле *РМ1* и резистора *R1*.

Защита от остановки подъемной машины и перегрева двигателя при входе подъемных сосудов в разгрузочные кривые осуществляется при помощи реле *РМ1* и параллельно включенных резисторов *R1* и *R2* (при подходе подъемного сосуда к разгрузочным кривым реле *РКЦ* отключается и замыкает свой контакт в цепи резистора *R2*).

Ток включения реле *РМ1* (А) определяется по формуле

$$I_{\text{РМ 1}} = \frac{\Delta U_1}{R_{\text{РМ 1}}}, \qquad (4.41)$$

где $\Delta U_1$ — падение напряжения на компенсационной обмотке $КО_{\text{д}}$ и дополнительных полюсах $ДП_{\text{д}}$ двигателя при токе в главной якорной цепи 0,4—0,5 кА, В; $R_{\text{РМ1}}$ — сопротивление катушки реле *РМ*1, Ом.

Величину резистора *R1* (Ом) определить по формуле

$$R1 = \frac{\Delta U_{\text{г}}}{I_{\text{РМ 1}}} - R_{\text{РМ 1}}, \qquad (4.42)$$

где $\Delta U_{\text{г}}$ — падение напряжения на $КО_{\text{д}}$ и $ДП_{\text{д}}$ при токе в главной якорной цепи (0,9—0,95) $I_{\text{отс}}$, В; $I_{\text{отс}}$ — ток подъемного электродвигателя, при котором он начинает терять скорость при полном задании (ток отсечки), А.

Более совершенной схемой защиты главной якорной цепи является аппарат комбинированной токовой защиты (рис. 4.124), который представляет собой бесконтактное устройство на интегральных операционных усилителях типа К1УТ402А. Электромеханические реле применены только для выдачи исполнительных команд в схему управления подъемной машины.

Аппарат содержит ячейку гальванической развязки *ЯГ*, функциональный преобразователь *ФП*, интегратор *И*, выходное реле *РТ* и реле скорости *РС* с полупроводниковыми усилителями. Принцип работы аппарата комбинированной токовой защиты заключается в следующем.

Сигнал, пропорциональный току якорей генератора *Г* и двигателя *Д*, с шунта *Ш* поступает на вход ячейки *ЯГ*, где производится его усиление и гальваническая рязвязка. Пропорциональный току сигнал $U_{\text{я}}$ в *ФП* преобразуется в сигнал $U_{\text{п}}$, связанный с током требуемой нелинейной зависимостью. Интегратор *И* вырабатывает сигнал $U_{\text{и}}$, связанный дополнительно с током временной зависимостью. По достижении сигналом $U_{\text{и}}$ фиксированной величины включается реле *РТ* и выдает команду на отключение автомата главного тока *АГ*. Реле *РС* реагирует на весьма небольшую скорость (порядка 0,1—0,2 м/с) подъемной машины и вводит в *ФП* команду на выбор требуемой функции $U_{\text{п}} = f(U_{\text{я}})$ в зависимости от того, стоит машина или движется. В результате этого во время стоянки машины обеспечивается существенно бо́льшая чувствительность аппарата, чем во время движения ее.

### 4.7.3.2. Защита от превышения напряжения генератора и замыкания на «землю» цепей постоянного тока

Защита выполнена при помощи реле *РНМ* (см. рис. 4.104). Реле необходимо настроить на включение при превышении рабочего напряжения главного генератора на 15 %. Настройку реле произвести при отключенном автомате главного тока *АГ* и заторможенной машине. Для «зарядки» машины и включения реверсивных контакторов необходимо зашунтировать перемычкой блок-контакты автомата *АГ* в цепи защиты, затем включить один из реверсивных контакторов (например, *В*) и полностью передвинуть рукоятку командоаппарата *КАР* (*КАВ*) в одно из крайних положений. При этом на генераторе получим максимальное рабочее напряжение. Для дальнейшего повышения напряжения необходимо уменьшить величину сопротивления резистора *R17*. Реле должно включиться при превышении максимального рабочего напряжения генератора на 15 %.

Затем проверить действие защиты от замыкания на «землю». Для этого командоаппарат возвратить в нейтральное положение, одну из шин силовой цепи соединить с землей. После этого включить командоаппарат и постепенно увели-

чивать напряжение генератора. Реле *R3* должно отключиться при напряжении несколько выше половины рабочего напряжения генератора.

После проверки защиты шунтирующую перемычку снять и установить прежнюю величину сопротивления резистора *R17*.

#### 4.7.3.3. Защита от исчезновения возбуждения подъемного двигателя

Защита осуществляется контактами реле *РНТ*, введенными в цепь защиты подъемной машины (см. рис. 4.104). При наладке реле *РНТ* настроить на ток включения, равный примерно 30 % номинального тока возбуждения двигателя.

#### 4.7.3.4. Защита от длительного перегруза подъемного двигателя

Защита осуществляется реле *РМ1* и реле времени *РВ2* (см. рис. 4.123). Ток включения реле *РМ1* определяется по формуле (4.41); ток отключения должен быть равным 1,2—1,3 номинального тока.

Выдержку времени реле *РВ2* выбрать такой, чтобы при увеличении тока в главной якорной цепи более 1,6—1,8 номинального (при разгоне и замедлении) срабатывание защиты не происходило. При проверке защиты необходимо убедиться в работоспособности реле *РМ1*, затем при остановленной машине отжать его якорь. Через время, определяемое уставкой реле *РВ2*, должен включиться предохранительный тормоз и отключиться автомат главного тока.

#### 4.7.3.5. Защита от перегрева двигателя во время пауз

Защита осуществляется реле *РМ2* с высоким коэффициентом возврата (см. рис. 4.123). Реле настроить на ток включения 0,15—0,3 номинального тока двигателя и на отключение при токе 0,1 номинального. В схеме защиты контакт реле РМ2 зашунтировать контактом ВБТР (на схеме не показано). Проверку защиты произвести, как и защиты от длительного перегруза, но при меньшей величине тока в главной якорной цепи.

#### 4.7.3.6. Блокировка положения автомата главного тока

Блокировка осуществляется блок-контактами автомата в цепи защиты (см. рис. 4.104).

Для проверки действия блокировки необходимо отключить автомат. При этом должен наложиться предохранительный тормоз.

### 4.7.4. Защита от переподъема

Защита осуществляется двумя комплектами конечных выключателей. Один комплект установлен на копре или в наклонной выработке и предназначен для аварийного выключения подъемной машины при подъеме сосуда на 0,5 м выше его нормального рабочего конечного положения, а другой — на указателе глубины (регуляторе хода) и предназначен для дублирования работы конечных выключателей, установленных на копре или в наклонной выработке.

Допускается установка дублирующих конечных выключателей на копре на одном уровне с основными при питании их отдельными кабелями.

Дублирование защиты двумя аппаратами повышает надежность работы установки только в том случае, если оба аппарата постоянно исправны, поэтому на подъемной установке должна быть предусмотрена возможность для раздельной проверки основных и дублирующих конечных выключателей.

Для «зарядки» предохранительного тормоза после срабатывания защиты от переподъема (рис. 4.125) в здании подъемной машины должен быть установлен обходной переключатель, контактами *ПО1* или *ПО2* которого шунтируются контакты сработавших конечных выключателей переподъема. При этом одновременно контактами *ПО3* или *ПО4* (см. рис. 4.95) разрывается цепь одной из катушек реверсирующих контакторов «вперед» или «назад», чем обеспечивается блокировка, позволяющая включать двигатель после переподъема только в сторону ликвидации переподъема.

Конечные выключатели на копре необходимо установить не более чем на 0,5 м выше места остановки клетей, находящихся на нулевой площадке, или скипов (опрокидных клетей), находящихся в нормальном положении их при разгрузке. В наклонных выработках конечные выключатели должны быть установлены на 0,5 м выше места остановки людских вагонеток, находящихся на верхней посадочной площадке, или грузового состава, поднятого в нормальное верхнее положение перед спуском его в наклонный заезд.

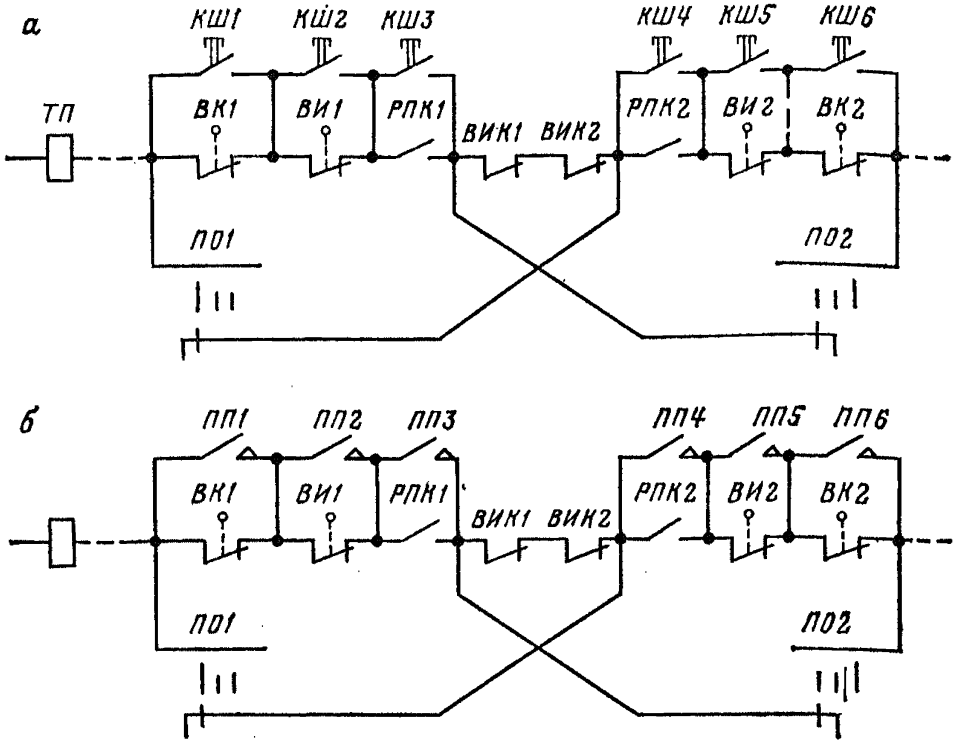



**Рис. 4.125. Схема защиты подъемной установки от переподъема**

Дублирующие конечные выключатели на указателе глубины (регуляторе хода) необходимо установить так, чтобы путь, проходимый подъемной машиной от места остановки порожнего подъемного сосуда в нормальном верхнем конечном положении до срабатывания конечного выключателя был не более 0,5 м.

### 4.7.4.1. Аппараты защиты от переподъема

Для защиты от переподъема могут применяться как механические конечные выключатели, так и бесконтактные выключатели. Простейшим видом концевой защиты являются рычажные и кнопочные механические выключатели. Механические конечные выключатели хорошо работают только в сухой атмосфере и при отсутствии резких ударов по ним. Поэтому выключатели ВК-211, ВК-411, КУ-501, КУ-131, КУ-231 нашли применение в основном как дублирующие, установленные в здании (камере) подъемной машины.

В качестве копровых конечных выключателей нашли широкое применение бесконтактные конечные выключатели. На подъемных установках могут применяться бесконтактные магнитные выключатели ВМ-66 (ВМ4-65), высокочастотные бесконтактные выключатели ВБВ-1, датчики положения экранные ДЭ-200.

Монтаж выключателей должен выполняться в полном соответствии с инструкциями завода-изготовителя. Подключение датчиков к станциям для исключения взаимного влияния различных электрических цепей производить отдельными четырехжильными бронированными кабелями.

Правильно смонтированные исправные бесконтактные выключатели не требуют наладки электрических параметров схемы. Для надежной их работы необходимо правильно отрегулировать взаимное положение датчиков и воздействующих на них элементов (магнитов, экранов). Неисправности выключателей устранить путем проверки целостности электрических цепей отдельных элементов выключателя, их исправность и правильность схемы соединений. Наладку конечных выключателей произвести в соответствии с требованиями, изложенными в 4.3.8.

При использовании магнитных выключателей в качестве конечных выключателей защиты от переподъема перемычку с зажимов *1—2* (см. рис. 4.67) снять и вместо нее включить контакты обходного переключателя или промежуточного реле, специально предусмотренного для возврата схемы выключателя в исходное состояние после устранения неисправности.

Для облегчения отыскания неисправностей выключателя на рис. 4.67 приведены напряжения наиболее характерных точек электрической схемы выключателя.

### 4.7.4.2. Особенности защиты подъемных установок с опрокидными клетями

Грузолюдские подъемные установки с опрокидными клетями должны иметь дополнительные конечные выключатели, установленные на копре на 0,5 м выше

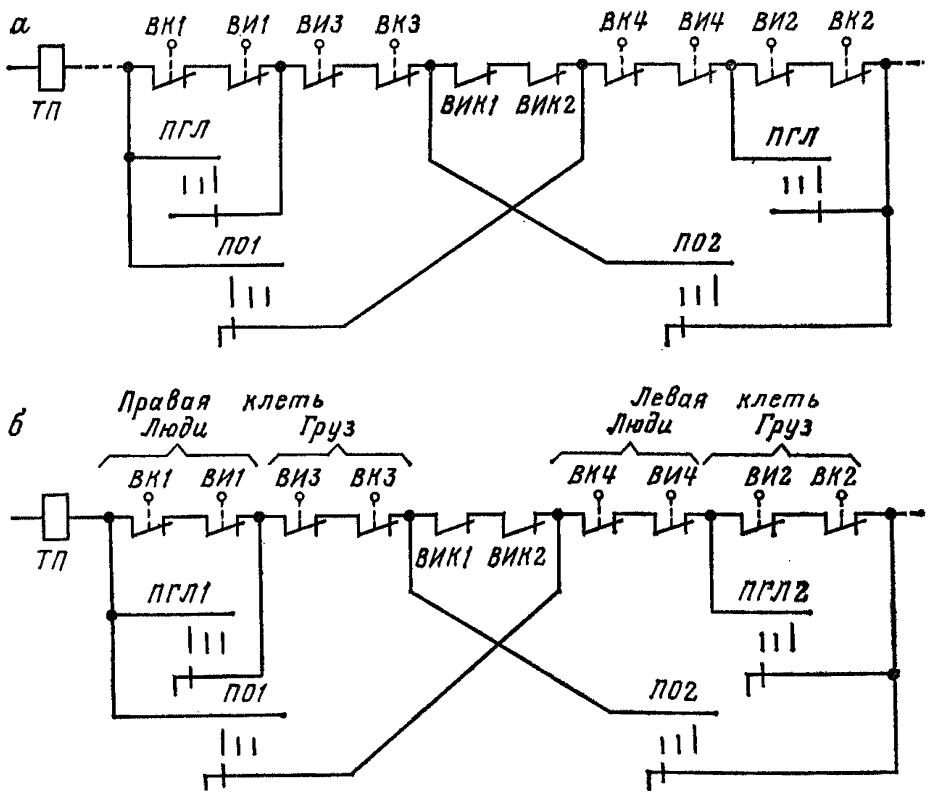



**Рис. 4.126. Схема защиты подъемной установки от переподъема с опрокидными клетями**

уровня клети, находящейся на площадке, предназначенной для посадки людей в клеть. Работа этих конечных выключателей должна также дублироваться конечными выключателями, установленными на указателе глубины (регуляторе хода).

Включение в работу конечных выключателей, служащих для защиты от переподъема людей, может осуществляться переключателем «Груз—люди», установленным у приемной площадки.

На рис. 4.126, *а* изображена схема включения в цепь защиты конечных выключателей для случая спуска—подъема людей двумя клетями, если для этого производится перестановка барабанов. В этом случае переключатель «Груз—люди» устанавливается в положение «Люди» и в работу одновременно включаются «людские» конечные выключатели обеих клетей.

Эта схема применима и для случая спуска—подъема людей клетями без перестановки барабанов, если в шахте имеется специально оборудованная «людская» площадка, расположенная выше уровня околоствольного двора и позволяющая производить одновременную посадку людей в обе клети или выход из них (в шахте и на поверхности).

На рис. 4.126, *б* изображена схема включения конечных выключателей в цепь защиты для случая спуска—подъема людей одной (левой или правой) клетью без перестановки барабанов. Здесь переключатель «Груз—люди» имеет три положения: Г (груз), соответствующее подъему груза в разгрузочные кривые, ЛЛ (левая — люди), соответствующее подъему людей в левой клети, и ПЛ (правая — люди), соответствующее подъему людей в правой клети. При установке переключателя в одно из положений «Люди», например ПЛ, в работу включены «людские» конечные выключатели правой клети, а «людские» конечные выключатели левой клети зашунтированы и не препятствуют подъему ее выше нулевой площадки.

### 4.7.4.3. Особенности защиты клетевых подъемных установок, на которых осуществляется спуск длинномерных материалов

На клетевых подъемных установках при спуске длинномерных материалов под клетью требуется выключать из работы конечные выключатели, контролирующие переподъем клети выше нулевой площадки. Для таких подъемов может быть рекомендована установка дополнительных конечных выключателей, отключающих подъемную установку и включающих предохранительное торможение при подъеме клети на высоту, бо́льшую, чем необходимо при спуске длинномерных материалов. Установку этих конечных выключателей допускается выполнять на указателе глубины (регуляторе хода) или на копре без дублирования при условии обязательной проверки их работоспособности перед началом работ по спуску длинномерных материалов. Рекомендуемая схема включения конечных выключателей защиты от переподъема на рассматриваемых подъемных установках приведена на рис. 4.127. Для шунтирования конечных выключателей, контролирующих переподъем клети выше нулевой площадки, применяется универсальный переключатель с фиксацией положений, устанавливаемый на пульте управления подъемной машиной. При включении переключателя в положение, соответствующее спуску длинномерных материалов, включается блокировка, не позволяющая машине развивать скорость более 1 м/с, и световая сигнализация машинисту «Спуск длинномерных материалов».

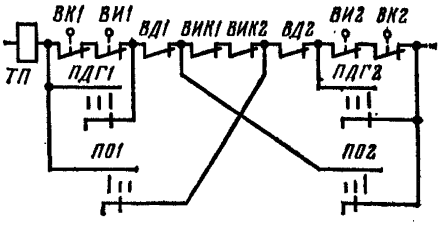



**Рис. 4.127. Схема защиты подъемной установки от переподъема при спуске длинномерных материалов**

### 4.7.4.4. Наладка и испытание защиты

При наладке защиты от переподъема и периодических ее проверках (не реже одного раза в месяц) в эксплуатации необходимо проверить:

1) надежность крепления и состояние конечных выключателей и датчиков переподъема;

2) надежность крепления и состояние элементов, воздействующих на концевые выключатели и датчики (нажимные устройства, экраны, магниты и т. п.);

3) величину минимального и максимального зазора между датчиком (конечным выключателем) и воздействующим на него элементом;

4) состояние соединений зажимов и соединительных кабелей;

5) состояние контактов конечных выключателей и реле аппаратов защиты;

6) исправность работы защиты при переподъеме сосудов;

7) исправность работы блокировки, позволяющей включать двигатель после переподъема только в сторону ликвидации переподъема.

Регулируя положение конечных выключателей, следует иметь в виду, что конечные выключатели, установленные в машинном зале (на указателе глубины или регуляторе хода), не учитывают величины растяжения канатов под действием концевой нагрузки. Поэтому сначала необходимо отрегулировать конечные выключатели, установленные на копре. Высота переподъема, контролируемая этими выключателями, не должна превышать 0,5 м. Затем отрегулировать конечные выключатели на указателе глубины (регуляторе хода) при переподъеме порожних сосудов. Величина переподъема, контролируемая этими выключателями, должна быть не более 0,5 м. При подъеме груженых сосудов величина переподъема, контролируемая конечными выключателями указателя глубины (регулятора хода), будет несколько меньше вследствие вытяжки каната.

На подъемных установках, на которых наблюдается большая (0,5 м и более) разность длины каната при порожнем и груженом подъемном сосуде (например, на глубоких стволах), может оказаться, что при подъеме груженого сосуда будут происходить ложные срабатывания конечных выключателей переподъема, установленных на указателе глубины (регуляторе хода). В этом случае отстроиться от ложных срабатываний не удается, так как окажется завышенным путь переподъема, контролируемый этими выключателями при подъеме порожнего сосуда, что является недопустимым. В таких случаях следует рекомендовать установку дублирующих конечных выключателей не на указателе глубины (регуляторе хода), а на копре на одном уровне с основными при питании их отдельными кабелями и обязательно с устройством для раздельной их проверки.

При испытании защиты от переподъема необходимо убедиться в исправной работе тормозной системы подъемной машины.

Для проверки правильности регулировки конечных выключателей и исправности их работы произвести искусственный переподъем каждого подъемного сосуда. Подъемные сосуды при этом должны быть порожними.

Поскольку имеется основной и дублирующий конечные выключатели переподъема, то при испытании защиты возможна маскировка неисправности одного из аппаратов защиты. Поэтому необходимо проверить работу каждого конечного выключателя отдельно. Для возможности такой проверки на подъемной установке должны быть предусмотрены специальные устройства для раздельной проверки конечных выключателей переподъема. В качестве таких устройств могут быть рекомендованы универсальные переключатели с самовозвратом рукоятки в нулевое положение или кнопки, шунтирующие на время проверки один из конечных выключателей переподъема (см. рис. 4.125). При этом следует помнить, что случайное включение ключа или кнопки проверки во время работы машины может привести к отказу защиты, поэтому их следует располагать так, чтобы исключить случайное включение.

При переподъеме одного из подъемных сосудов выше нормального положения может происходить напуск каната другого подъемного сосуда. Поэтому на время проверки защиты от переподъема следует шунтировать защиту от напуска каната.

Проверку действия защиты должны выполнять два человека, один из них управляет машиной, а другой при помощи кнопок или ключа проверки производит шунтирование выключателя, дублирующего проверяемый. Для проверки работы каждого конечного выключателя произвести на скорости 0,1—0,2 м/с наезд на испытываемый выключатель. При этом проверить как срабатывание выключателя, так и путь, проходимый подъемным сосудом от нормального верхнего положения до момента срабатывания конечного выключателя. На барабане подъемной машины должен быть отмечен путь, который может пройти машина

до срабатывания конечного выключателя при проверке (не более 0,5 м). Если на этом пути выключатель не сработал, то дальнейший переподъем должен быть прекращен и сосуды возвращены в исходное (нормальное) положение. Должны быть приняты меры к устранению неисправности или регулировке конечного выключателя.

## 4.7.5. Защита от превышения скорости

### 4.7.5.1. Требования к защите подъемных установок от превышения скорости

В процессе эксплуатации подъемной установки отклонение действительной скорости от расчетной может происходить при изменении концевой нагрузки, неправильных действий машиниста при ручном управлении или нарушении работы схемы на автоматизированных установках. При этом может возникнуть опасность:

аварийного переподъема подъемных сосудов в их конечных положениях;

жесткой посадки подъемных сосудов на посадочные устройства;

выхода из строя подъемного двигателя из-за большой окружной скорости.

Для предотвращения этих опасных режимов Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах требуют, чтобы каждая подъемная установка была оборудована:

аппаратом, выключающим установку в случае превышения максимальной скорости на 15%;

ограничителем скорости, не допускающим подход сосуда к приемным площадкам со скоростью выше 1,5 м/с при спуске—подъеме груза и 1 м/с при спуске—подъеме людей.

Последний пункт относится только к установкам, имеющим максимальную скорость выше 3 м/с для действующих и 2 м/с для вновь вводимых в эксплуатацию.

Ограничитель скорости должен налаживаться так, чтобы при его срабатывании предохранительный тормоз всегда осуществлял своевременную остановку подъемных сосудов.

На подъемных установках, имеющих высоту переподъема меньше регламентируемой ПБ, необходимо настраивать ограничитель на меньшую, чем требуется по ПБ, скорость подхода. На подъемных установках с холостым ходом тормоза более 0,5 с снижение только скорости похода недостаточно. На этих установках может оказаться, что диаграмма критической скорости располагается близко к защитной или даже пересекает ее. В этом случае обеспечить надежную защиту можно либо введением пути дотяжки, либо снижением расчетного замедления. Следует отметить, что диаграмма критической скорости может располагаться близко к защитной или даже пересекать ее и у подъемных установок, высота переподъема и тормозные устройства которых удовлетворяют требованиям Правил безопасности. В этом случае также необходимо выполнить указанные выше мероприятия.

В процессе наладки ограничителя скорости должны строиться расчетные рабочая, защитная и критическая и снятая после наладки фактическая защитная диаграммы скорости.

Если транспортировка груза и людей осуществляется по разным диаграммам скорости, ограничитель скорости должен предусматривать возможность перестройки на два режима работы: «Груз» и «Люди», либо необходимо установить два ограничителя скорости. При этом начало контроля периода замедления при применении одного аппарата защиты для обоих режимов допускается в одной точке.

Действующие ПБ ограничивают скорость транспортировки людей до 12 м/с, а скорость транспортировки груза на любых подъемных установках, в том числе и на грузолюдских, не лимитируют. Поэтому грузолюдская подъемная установка может работать в двух расчетных режимах: по доставке людей (скорость не превышает 12 м/с) и по транспортировке груза (скорость определяется проектом

и может быть выше 12 м/с). Поскольку имеются две расчетные диаграммы скорости, должны быть и две защитные диаграммы скорости.

Вместо одного ограничителя скорости с двумя программами допускается применение двух, один из которых вводится в работу при доставке людей, второй — при транспортировке груза. Включение первого или второго аппарата производится переключателем «Груз—люди» с соответствующей индикацией, указывающей, какой аппарат включен.

Для подъемных установок с опрокидными клетями необходимо предусматривать контроль скорости подхода к каждой приемной площадке.

На грузовых подъемных установках величина расчетного рабочего замедления не должна превышать величин, указанных в ПТЭ. Увеличение рабочего замедления приближает расчетную диаграмму к критической, что затрудняет наладку защиты установки от превышения скорости.

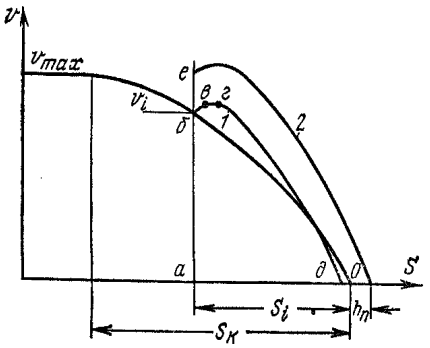



Рис. 4.128. Определение критической скорости из условия своевременной остановки сосудов

На автоматизированных подъемных установках ограничитель скорости должен дублироваться. Один из них может иметь общий привод с аппаратом программного управления, второй должен иметь независимый привод. Требование это не распространяется на малые подъемные машины со скоростью подъема до 4,5 м/с.

4.7.5.1.1. Критическая диаграмма скорости. Скорость в период замедления, при которой должен накладываться предохранительный тормоз, зависит от характеристики тормозных устройств и устанавливается из двух условий:

1) своевременной остановки подъемных сосудов при предохранительном торможении (для установок, не имеющих жестких посадочных устройств);

2) ограничения величины скорости жесткой посадки сосудов (для установок, имеющих посадочные кулаки или брусья).

Величину предельно допустимой скорости в период замедления можно определить, если рассмотреть процесс торможения машины при спуске груза (рис. 4.128).

После разрыва цепи защиты в точке *а* на расстоянии $S_i$ от нормального крайнего положения установка будет двигаться с ускорением свободного выбега в течение времени холостого хода (участок *бв* кривой *1*).

После окончания холостого хода тормоза колодки придут в соприкосновение с тормозным ободом, и величина тормозного момента начнет возрастать. Несмотря на это скорость машины будет увеличиваться, пока тормозной момент не станет равен статическому (участок *вг* кривой *1*), после чего начнется процесс замедления до полной остановки машины (участок *гд* кривой *1*).

Если в точке ствола (*а*) скорость, при которой произойдет разрыв цепи защиты, повысить до значения, определяемого точкой *е* (кривая *2*), то наступит такой момент, когда тормозной путь станет равным расстоянию от точки *а* до нормального крайнего положения плюс высота переподъема $h_п$ (кривая *2*). Дальнейшее повышение скорости вызовет аварийный переподъем. Чем меньше замедление при предохранительном торможении, тем меньше должна быть величина скорости в момент разрыва цепи защиты, при которой процесс торможения закончится в конце высоты переподъема.

Для данной подъемной установки замедление при предохранительном торможении определяется величиной полезного груза и направлением его движения.

Для подъемных установок наименьшее значение замедления при предохранительном торможении будет при спуске расчетного груза.

Величина скорости в момент разрыва цепи защиты, при которой в процессе предохранительного торможения и наименьшей величине замедления

подъемный сосуд остановится и застопорится в точке, соответствующей допускаемой высоте переподъема, называется критической скоростью, определяемой из условия своевременной остановки подъемных сосудов. Для каждой точки ствола существует своя критическая скорость. Зависимость величины критической скорости от положения подъемных сосудов в стволе в момент срабатывания цепи защиты называется диаграммой критической скорости по условию переподъема.

Подъемные установки, оборудованные посадочными кулаками или брусьями (это относится и к скиповым подъемным установкам, оборудованным загрузочным устройством барабанного типа), должны быть защищены не только от аварийного переподъема, но и от жесткой посадки сосуда на посадочное устройство.

Жесткая посадка сосуда может произойти как в процессе выполнения рабочей диаграммы скорости, так и в процессе предохранительного торможения.

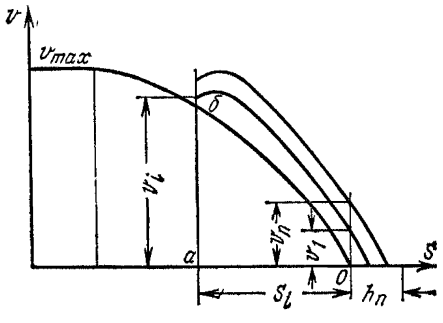



Рис. 4.129. Определение критической скорости из условия жесткой посадки сосудов

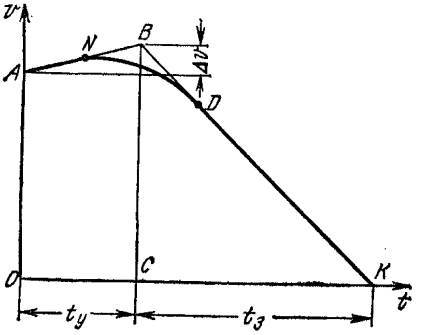



Рис. 4.130. Линеаризация осциллограммы предохранительного торможения для спуска груза

Если в какой-либо точке ствола *а* (рис. 4.129), отстоящей на расстоянии $S_I$ от жестких посадочных устройств, при скорости $v_I$ (точка *б*) произошел разрыв цепи защиты, то в процессе предохранительного торможения сосуд подойдет к посадочным устройствам со скоростью $v_I < v_п$, что не представляет опасности. Увеличение скорости, при которой разрывается цепь защиты в точке *а*, может привести к тому, что сосуд в процессе предохранительного торможения подойдет к посадочным устройствам с допустимой скоростью $v_п$. Дальнейшее увеличение скорости в точке *а* не может быть допущено.

Скорость в момент разрыва цепи защиты, при которой в процессе предохранительного торможения подъемный сосуд подойдет к жестким посадочным устройствам с допустимой скоростью, также называется критической, но определенной по условию жесткой посадки.

Таким образом, для подъемных установок, не имеющих жестких посадочных устройств, должна существовать только одна диаграмма критической скорости, определяемая допустимой высотой переподъема. Для установок, оборудованных жесткими посадочными устройствами, имеются две диаграммы критической скорости: по условию жесткой посадки и по допустимой высоте переподъема.

На подъемных установках, не имеющих жестких посадочных устройств, но с большой возможной высотой переподъема, скорость входа сосуда в разгрузочные кривые при предохранительном торможении может оказаться недопустимо большой, что приведет к поломке отклоняющих устройств. Для таких установок критическая диаграмма скорости должна строиться так, чтобы скорость движения сосудов в разгрузочных кривых не превышала допустимой по правилам технической эксплуатации.

4.7.5.1.2. Расчет величины пути, не защищаемого ограничителем скорости. Не на всем участке пути замедления машина может быть защищена от переподъема или жесткой посадки сосуда. Расстояние от конечного положения сосуда (конец возможной высоты переподъ-

ема или посадочные устройства) до точки в стволе, ближе которой переподъем или жесткая посадка будут неизбежны, может быть определено по осциллограмме предохранительного торможения после некоторой линеаризации процесса изменения скорости. Ошибка в определении пути при линеаризации диаграммы скорости не превышает 0,2 м для установок с большим ускорением свободного выбега ($a_в$ более 1,2 м/с$^2$). При меньших значениях $a_в$ ошибка будет меньше.

По осциллограмме предохранительного торможения, снятой при скорости движения сосудов 2—2,5 м/с, для спуска груза (рис. 4.130) следует определить: отрезок $OA$, соответствующий скорости, при которой произошел разрыв цепи защиты, отрезок $BC$, соответствующий некоторой наибольшей за период торможения скорости (точка $B$ получается, если продлить линии $AN$ и $DK$ до пересечения), отрезок $OC$, соответствующий времени, в течение которого машина ускоряется, и отрезок $CK$, соответствующий времени замедления до полной остановки. Из рис. 4.130 видно, что площадь, ограниченная кривой $NBDN$, и есть ошибка по пути, получаемая от линеаризации кривой скорости.

Путь, который пройдут сосуды после разрыва цепи защиты при скорости $v_l$ за время снижения скорости от $v_l$ до допустимой скорости жесткой посадки $v_п$ или до $v = 0$, определяется по формуле

$$S_l = \frac{2v_l + \Delta v}{2} t_у + \frac{v_l + \Delta v + v_п}{2} t_з, \qquad (4.43)$$

где $v_i$ — скорость в момент разрыва цепи защиты, м/с; $\Delta v$ — приращение скорости за время $t_у$, м/с; $t_у$ — время, в течение которого в процессе предохранительного торможения скорость увеличивается, с; $v_п$ — допустимая скорость подхода к приемным площадкам, м/с; $t_з$ — время, в течение которого в процессе предохранительного торможения скорость снижается до $v_п$ или до 0, с.

Если в формуле (4.43) вместо $v_l$ подставить значение допустимой скорости жесткой посадки $v_п$, то получим

$$S_н = \frac{2v_п + \Delta v}{2} (t_у + t_з), \qquad (4.44)$$

где $S_н$ — расстояние от кулаков или посадочных брусьев, ближе которого защита от жесткости посадки не обеспечивается, м.

Физически это означает, что при срабатывании предохранительного тормоза в точке ствола, отстоящей от кулаков на расстоянии более или равном $S_н$ при движении со скоростью, равной допустимой скорости жесткой посадки, сосуд подойдет к кулакам с допустимой скоростью $v_п$. Если срабатывание предохранительного тормоза при той же скорости $v_п$ произойдет на расстоянии, меньшем $S_н$, то скорость жесткой посадки будет более допустимой. Величина превышения будет определяться расстоянием точки от кулаков. Максимальное превышение равно $\Delta v$.

Если в формуле (4.43) положить $v_l = 0$ и $v_п = 0$, т. е. срабатывание предохранительного тормоза произошло при начальной скорости, равной нулю, и стопорение должно произойти при конечной скорости, равной нулю, то получим

$$S_н = \frac{\Delta v}{2} (t_у + t_з). \qquad (4.45)$$

В этом случае $S_н$ — расстояние от крайнего положения сосудов до точки в стволе, в которой произошло срабатывание предохранительного тормоза. При расстояниях, меньших $S_н$, защита от аварийного переподъема не обеспечивается.

Физически это означает, что при срабатывании предохранительного тормоза при остановленной машине за время срабатывания тормоза скорость успевает возрасти до величины $\Delta v$ и затем снизиться под действием тормоза до нуля. Если расстояние от препятствия в стволе до сосуда меньше $S_н$, то сосуд подойдет к нему раньше, чем скорость упадет до нуля.

4.7.5.1.3. Построение критической диаграммы скорости. Если в формуле (4.43) значения $t_у$ и $t_з$ выразить через ускорения

$$t_у = \frac{\Delta v}{a_в} \quad \text{и} \quad t_з = \frac{v_l + \Delta v - v_п}{a_з}, \tag{4.46}$$

получим зависимость критической скорости от положения сосуда в стволе по условию жесткой посадки сосуда:

$$v_l = \sqrt{\Delta v^2 \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right)^2 - \Delta v^2 \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right) + v_п^2 + 2a_з S_l} - \Delta v \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right). \tag{4.47}$$

Если в формуле (4.47) задаться значением $v_п = 0$, получим уравнение критической скорости по условию переподъема:

$$v_l = \sqrt{\Delta v^2 \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right)^2 - \Delta v^2 \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right) + 2a_з S_l} - \Delta v \left(\frac{a_з}{a_в} + 1\right), \tag{4.48}$$

где $a_в$ — ускорение свободного выбега системы при спуске расчетного груза, как наиболее тяжелого режима, м/с$^2$; $a_з$ — установившееся значение замедления при предохранительном торможении, м/с$^2$; $v_l$ — скорость в момент разрыва цепи защиты, м/с; $S_l$ — путь предохранительного торможения, проходимый подъемными сосудами с момента разрыва цепи защиты до полной остановки (в случае защиты от переподъема) или до соприкосновения с посадочными устройствами (в случае защиты от жесткой посадки), м; $v_п$ — допустимая скорость подхода (жесткой посадки) к приемным площадкам, м/с; $\Delta v$ — приращение скорости за время свободного выбега, м/с.

Величины $a_в$, $a_з$, $v_l$, $\Delta v$ определяются из осциллограммы.

При подстановке в формулу (4.47) $v_l = v_п$ получим значение $S_н$ по условию жесткой посадки, а при $v_l = 0$ и $v_п = 0$ — по условию переподъема.

Построение критической диаграммы скорости следует выполнять по формулам (4.47) или (4.48) в зависимости от условий защиты подъемной установки. Начало критической диаграммы скорости должно отстоять от конечного положения на величину $S_н$. Строго говоря, за конечное положение сосудов следует принимать посадочные кулаки или брусья в случае защиты от жесткой посадки и конец высоты переподъема в случае своевременной остановки сосудов. Однако с точки зрения безопасности работы подъемной установки за конечное положение сосудов при построении критической диаграммы скорости лучше принять такое расстояние от посадочных кулаков или от входа в разгрузочные кривые, которое численно равнялось бы максимальной скорости подъема (см. 4.7.5.6). Тогда при срабатывании ограничителя скорости на участке контролируемого замедления сосуды всегда будут останавливаться, не доходя до конечного положения. Назначение оставшегося участка пути — обеспечить безаварийную остановку сосудов при незначительных отклонениях в настройке как самого ограничителя скорости, так и тормозной системы.

Критическая диаграмма скорости показана на рис. 4.131, где за конечное положение сосудов принято: на рис. 4.131, *а* — граница высоты переподъема, на рис. 4.131, *б* — посадочные кулаки.

4.7.5.1.4. Определение допустимой скорости подхода. Конечные выключатели переподъема могут обеспечить защиту от опасного переподъема только в том случае, когда путь торможения после срабатывания конечного выключателя окажется меньше возможного пути свободного переподъема. Этот путь торможения зависит от скорости подхода подъемного сосуда к конечному выключателю и от настройки тормозной системы. Хотя ПБ и устанавливают допустимые скорости подхода для подъемных установок, тем не менее следует для каждой установки определить допустимую скорость подхода, исходя из конкретных условий.

Допустимая скорость подхода может быть получена из формулы (4.48), после подстановки вместо $S_i$ значения высоты переподъема за вычетом высоты установки конечного выключателя переподъема:

$$v_{\text{п}} = \sqrt{\Delta v^2 \left(\frac{a_{\text{з}}}{a_{\text{в}}} + 1\right)^2 - \Delta v^2 \left(\frac{a_{\text{з}}}{a_{\text{в}}} + 1\right) + 2a_{\text{з}} (h_{\text{п}} - h_{\text{к}})} - \Delta v \left(\frac{a_{\text{з}}}{a_{\text{в}}} + 1\right), \tag{4.49}$$

где $h_{\text{п}}$ — возможная высота переподъема, м; $h_{\text{к}}$ — высота установки конечного выключателя переподъема, м.

Полученную по формуле (4.49) допустимую скорость подхода необходимо принять в расчет критической и защитной диаграмм скорости, если она меньше

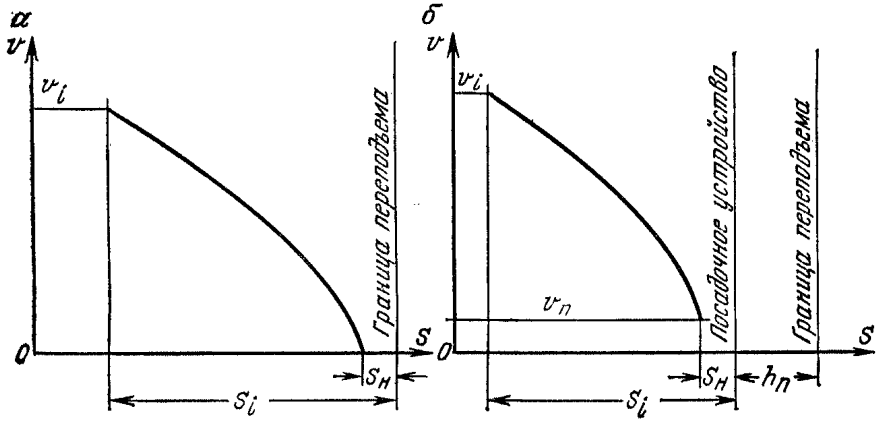



**Рис. 4.131. Критическая диаграмма скорости**

требуемого ПБ. Если полученное значение $v_{\text{п}}$ более требуемого ПБ значения, в расчет следует принимать $v_{\text{п}} = 1{,}5$ м/с для спуска — подъема груза и 1 м/с для спуска—подъема людей.

4.7.5.1.5. Построение рабочей диаграммы скорости. В период основного замедления скорость машины (м/с) изменяется в соответствии с выражением

$$v_i = \sqrt{2a_{\text{р}} S_{\text{к}i} + v_{\text{д}}^2}, \tag{4.50}$$

где $a_{\text{р}}$ — расчетное значение замедления, принятое для рабочей диаграммы, м/с$^2$. Может быть взято фактическое значение замедления из осциллограммы цикла, но величина его не должна превышать требуемых ПТЭ значений; $v_{\text{д}} = 0{,}3$—$0{,}6$ — скорость дотягивания, м/с; $S_{\text{к}i}$ — текущее значение контролируемого участка пути замедления, м.

Максимальное значение контролируемого участка пути замедления(м)

$$S_{\text{к}} = \frac{v_{\max}^2 - v_{\text{д}}^2}{2a_{\text{р}}}, \tag{4.51}$$

где $v_{\max}$ — максимальная скорость подъема, м/с.

При построении рабочей диаграммы скорости $S_{\text{к}i}$ следует откладывать, отступив от посадочных кулаков или от начала разгрузочных кривых на величину пути дотягивания $S_{\text{д}}$, если путь дотягивания имеется на данной установке.

4.7.5.1.6. Построение защитной диаграммы скорости. Защитная диаграмма представляет собой зависимость скорости, при которой происходит срабатывание ограничителя скорости от положения сосуда в стволе. Другими словами защитная диаграмма скорости — это такая диаграмма, на которую настраивается ограничитель скорости. Расположение защитной диа-

граммы скорости по отношению к рабочей и критической должно быть таким, чтобы исключались ложные срабатывания предохранительного тормоза при неопасных отклонениях скорости от расчетной и в то же время обеспечивалась надежная защита подъемной установки от превышения скорости. Если не выполнить указанные условия, подъемная установка будет работать в аварийном режиме.

Защитная диаграмма должна располагаться между рабочей и критической диаграммами скорости.

Построение защитной диаграммы скорости (м/с) следует вести по формуле

$$v_i = \sqrt{2aS_{\text{к}i} + v_{\text{п}}^2}, \qquad (4.52)$$

где $a$ — замедление защитной диаграммы, м/с$^2$; $v_{\text{п}i}$ — допустимая скорость подхода, м/с (определяется по формуле (4.49) и уточняется по ПБ).

Замедление защитной диаграммы скорости

$$a = a_{\text{р}} \frac{1{,}15^2 v_{\max}^2 - v_{\text{п}}^2}{v_{\max}^2 - v_{\text{д}}^2}. \qquad (4.53)$$

Защитная диаграмма скорости не должна пересекаться ни с рабочей, ни с критической диаграммами, как это отмечалось ранее. Если это происходит, следует произвести перерасчет, изменив расчетные значения замедления либо увеличив путь дотягивания.

При построении защитной диаграммы верхней границей скорости должно быть значение $1{,}15v_{\max}$, а нижней $v_{\text{п}}$. Примерное расположение диаграмм скорости показано на рис. 4.132.

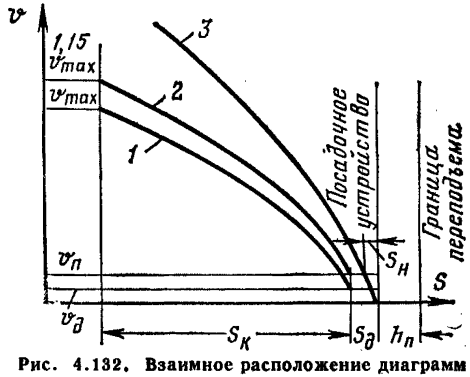



**Рис. 4.132. Взаимное расположение диаграмм скорости:**

*1* — рабочая; *2* — защитная *3* — критическая

### 4.7.5.2. Ограничитель скорости с командоаппаратами РОС-5914 (рис. 4.133)

Схема ограничителя скорости с использованием контактных командоаппаратов РОС-5914 в настоящее время наиболее распространена на подъемных установках угольных шахт. Работа ограничителя скорости основана на электрическом сравнении действительной и заданной скорости подъемной машины.

Тахогенератор *ТГ* связан с валом подъемной машины. С его щеток снимается напряжение, пропорциональное частоте вращения двигателя. Реле *РС*, *РКЦ* и *РКС* служат для контроля. Сопротивление командоаппарата *РОС* служит для поддержания заданной величины тока в якорной цепи тахогенератора *ТГ*. С этой целью ползунок *РОС* через систему рычагов приводится в движение от профиля, укрепленного на ретардирующем диске указателя глубины. Профиль рассчитывают так, чтобы ток в якорной цепи был постоянным в любой точке контролируемого участка пути.

На участке равномерного хода сопротивление *РОС* введено полностью. Ток в цепи реле *РКС* определяется величиной напряжения, снимаемого с тахогенератора, и величиной сопротивления якорной цепи.

При увеличении максимальной скорости машины на 15% пропорционально увеличится ток в цепи тахогенератора, что приведет к включению реле *РКС* и срабатыванию предохранительного тормоза. При снижении скорости в процессе замедления пропорционально уменьшается напряжение тахогенератора. Для обеспечения заданной величины тока в цепи *РКС* при замедлении подъемной машины производится уменьшение регулируемого сопротивления *РОС*.

Такое уменьшение происходит автоматически при наезде профиля ретардирующего диска на рычаг командоаппарата *РОС*.

Если скорость машины больше заданной, ток в цепи якоря тахогенератора увеличится, что приведет к включению реле *РКС*. Реле *РКЦ* служит для контроля исправности цепи тахогенератора. Реле *РКЦ* включается и отключается при малых скоростях движения машины.

Реле *РС* включается при скорости, несколько большей, чем реле *РКЦ*. Таким образом, при обрыве цепи *ТГ* замыкающий контакт реле *РКЦ* вызовет срабатывание защиты. При неисправности реле *РС* подъемная машина отключится после включения контактора *КУ5*. Диоды в схеме предназначены для подключения соответствующего командоаппарата в зависимости от направления движения машины, обеспечивая таким образом несимметричную защитную диаграмму.

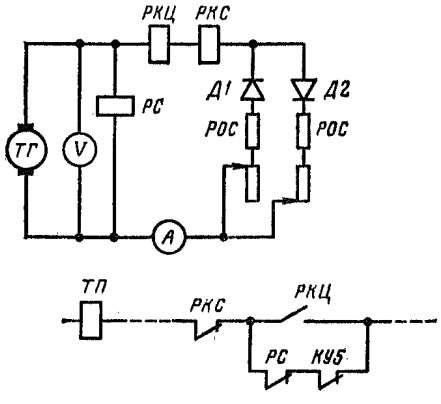



**Рис. 4.133. Электрическая схема ограничителя скорости с командооппаратами РОС-5914**

Для повышения надежности контроля электрической и кинематической цепей ограничителя скорости предложена схема ограничителя скорости повышенной надежности (рис. 4.134). Он состоит из двух тахогенераторов *ТГ1* и *ТГ2*, которые через повышающие редукторы *1* (рис. 4.134, *а*) приводятся во вращение от разных точек кинематической схемы подъемной машины: один от подъемного двигателя, другой от приводного вала указателя глубины.

Реле контроля исправности цепи *РКЦ* (рис. 4.134, *б*) выполнено двухобмоточным. По одной обмотке проходит ток тахогенератора *ТГ1*, по второй — тахогенератора *ТГ2*. Магнитные потоки обмоток направлены навстречу друг другу. Суммарный магнитный поток реле при нормальной работе ограничителя скорости всегда равен нулю и якорь реле не притягивается.

При неисправности в одной из ветвей ограничителя скорости (например, обрыв электрической цепи, расцепление указателя глубины, остановка ретардирующего диска и т. д.) реле *РКЦ* включится и разомкнет свой контакт в цепи защиты подъемной установки.

Переключатель *УП* предусмотрен для проверки работы ограничителя скорости.

4.7.5.2.1. Построение профиля. Текущее значение высоты профиля определяют по формуле

$$h_i = h_{\text{м}}\left[1 - \frac{v_{\text{п}}}{1{,}15v_{\max} - v_{\text{п}}}\left(\sqrt{1 + 2a\frac{S_{\text{кл}}}{v_{\text{п}}^2}} - 1\right)\right], \qquad (4.54)$$

где $h_{\text{м}}$ — расстояние между центрами ролика рычага командоаппарата в нажатом и свободных состояниях, измеренное по хорде, м.

Масштаб ретардирующего диска

$$m = \frac{\alpha_{\text{ц}}}{H}, \qquad (4.55)$$

где $\alpha_{\text{ц}}$ — угол поворота ретардирующего диска за цикл подъема, градус; $H$ — высота подъема, м.

Построению профиля должно предшествовать определение места установки командоаппарата у колонки указателя глубины. Предпочтение следует отдать такому расположению, при котором положение центра ролика в нажатом и свободном состоянии рычага совпадает с продолжением радиуса ретардирующего

диска. В этом случае профили получаются одинаковыми для обоих направлений вращения ретардирующего диска.

Построение профиля следует вести в такой последовательности.

Радиусом $OK$ (рис. 4.135) провести дугу базовой окружности, по которой катится ролик рычага командоаппарата вне контролируемого участка.

Отметить на дуге $\alpha_к$ участок $AB$, соответствующий пути замедления $S_к$

$$\alpha_к = mS_к, \tag{4.56}$$

где $S_к$ — контролируемый путь замедления, определенный по формуле (4.51), м.

Поделить $S_к$ на десять равных частей. Для каждого значения $S_{кi}$ определить $\alpha_i$ по формуле (4.56), который и отложить на дуге $AB$.

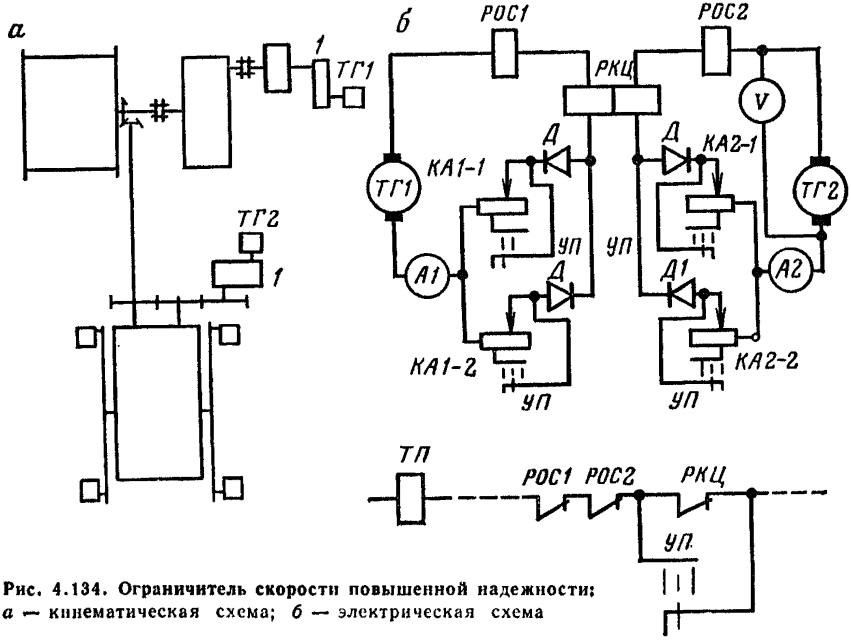



**Рис. 4.134. Ограничитель скорости повышенной надежности:**
*а* — кинематическая схема; *б* — электрическая схема

Подставить в формулу (4.54) значения $S_{кi}$, равные $\frac{1}{10} S_к, \frac{1}{5} S_к \ldots S_к$, что будет соответствовать текущим значениям высоты профиля.

На луче $S_i$ от базовой окружности отложить значение $h_i + r_р$, что соответствует положению центра ролика рычага командоаппарата. Провести окружности радиусом $r_р$ с центрами в каждой полученной точке ($r_р$ — радиус ролика рычага командоаппарата).

Провести плавную кривую, касательную к каждой окружности, которая и будет искомой кривой профиля. Продолжив профиль в сторону переподъема на необходимую длину $1{,}5h_п + S_д$, замкнуть его форму линиями, обеспечивающими крепление профиля к ретардирующему диску.

Однако часто по условиям монтажа командоаппарат приходится располагать так, что центр ролика не лежит на продолжении радиуса при нажатом и отпущенном рычаге. В этом случае профили должны быть скорректированы. Корректировку провести следующим образом. Хорду траектории перемещения центра ролика командоаппарата $p$ (рис. 4.136) разложить на составляющие $h$ и $n$. Составляющая $h$, направленная по радиусу ретардирующего диска, является в этом случае полной высотой профиля, а составляющая $n$ — частью окружности основания профиля, заключенного между двумя прямыми, соединяющими

центры ретардирующего диска и ролика в двух крайних положениях последнего, β — угол, заключенный между ними.

Величины $h$, $n$ и β легко могут быть измерены после установки командоаппарата. При построении профиля следует отложить вместо угла $\alpha_к$ угол $\alpha_к - \beta$, если составляющая $n$ направлена по движению ретардирующего диска, и угол $\alpha_к + \beta$, если встречно.

4.7.5.2.2. Наладка ограничителя скорости. При наладке ограничителя скорости необходимо проверить:

1) соответствие максимальной частоты вращения тахогенератора паспортной. Если максимальная частота вращения тахогенератора меньше паспортной более чем на 20%, следует скорректировать передаточное число редуктора или ременной передачи или заменить тахогенератор. Это необходимо по той причине,

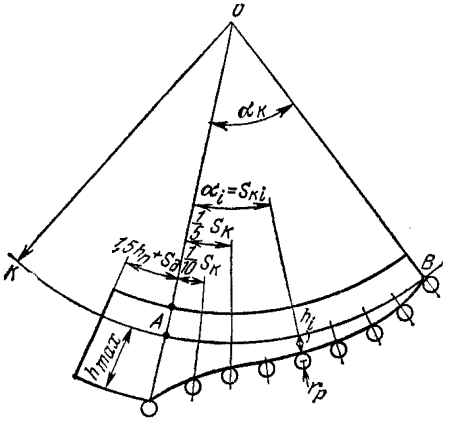



Рис. 4.135. Построение профиля

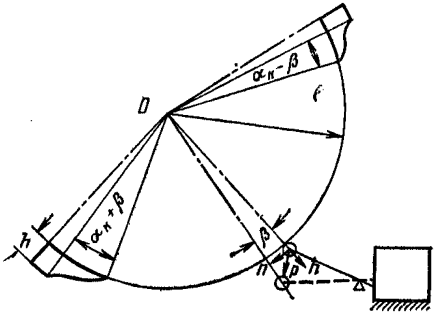



Рис. 4.136. Корректировка установки профилей на ретардирующем диске

что при пониженной скорости вращения тахогенератора трудно, а иногда и невозможно наладить ограничитель скорости. Отключить последовательную обмотку тахогенератора;

2) величину тока возбуждения тахогенератора. Установить ток возбуждения тахогенератора таким, чтобы при максимальной скорости напряжение его было близким к номинальному. При этом желательно, чтобы магнитная система тахогенератора была близка к насыщению. Тогда на его напряжении меньше будут сказываться колебания температуры и напряжения сети, питающей обмотку возбуждения. При наладке необходимо соблюдать условие

$$I_{возб} \leqslant I_{возб.\,ном}, \tag{4.57}$$

где $I_{возб.\,ном}$ — номинальный ток возбуждения тахогенератора, А;

$$I_{возб.\,ном} = \frac{U_{ном}}{R_{ш.\,ном}}, \tag{4.58}$$

где $U_{ном}$ — номинальное напряжение тахогенератора, В; $R_{ш.\,ном}$ — сопротивление обмотки возбуждения тахогенератора, Ом; $R_{ш.\,ном} = 1{,}24R_{20}$ для машин 1—3 габарита; $R_{ш.\,ном} = 1{,}32R_{20}$ для машин 4—6 габарита; $R_{20}$ — сопротивление обмотки при температуре 20 °С, Ом;

3) параметры схемы. Для этого последовательно с якорем тахогенератора (рис. 4.137) между точками *1* и *2* подключить регулируемый источник постоянного напряжения и установить его напряжение, близким к номинальному напряжению тахогенератора. Измерить напряжения: источника питания $U_{1-2}$ между щетками тахогенератора $U_{2-3}$ (непосредственно на зажимах тахогенератора) и на регулируемой части сопротивления командоаппарата $U_{4-5}$ ($U_{4'-2'}$ — непосредственно на зажимах командоаппарата). Измерить ток $I$ в цепи ограничителя скорости и рассчитать:

внутреннее сопротивление тахогенератора (Ом)

$$R_я + R_щ = \frac{U_{2-3}}{I}; \quad (4.59)$$

сопротивление регулируемой части командоаппарата (Ом)

$$R_{рег} = \frac{U_{4-5}}{I}; \quad (4.60)$$

нерегулируемое сопротивление цепи (Ом)

$$R_н = \frac{U_{1-2} - U_{4-5}}{I}. \quad (4.61)$$

Применять для измерения указанных параметров омметр нельзя ввиду большой ошибки измерения, вызываемой значительным переходным сопротивлением щеточного контакта тахогенератора и прямым сопротивлением выпрямительных диодов, используемых для выбора направления вращения, при малых токах измерения.

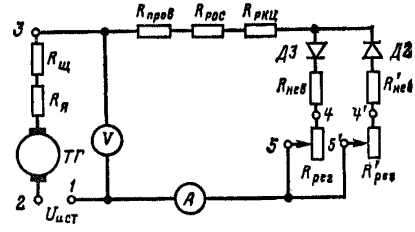



Рис. 4.137. Схема для определения параметров ограничителя скорости

Сравнить полученное значение $R_н$ с определенным по формуле

$$R_н = v_п \frac{R_{рег}}{1{,}15 v_{max} - v_п} \quad (4.62)$$

и в случае необходимости подкорректировать его, изменяя невыводимую часть сопротивления командоаппарата;

4) величину напряжения и тока в цепи тахогенератора при движении машины с максимальной скоростью и по этим данным определить э. д. с. тахогенератора при максимальной скорости:

$$E_м = U_м + I_м (R_я + R_щ). \quad (4.63)$$

Настроить реле *РОС* на включение при токе на 10—15% больше измеренного.

4.7.5.2.3. Снятие фактической защитной диаграммы. Последовательно перемещая сосуд в положения 0; $1/10 S_к$; $1/5 S'_к$ и т. д. до $S_к$, определить для каждой точки напряжение $U_{(1-2)\,i}$ (см. рис. 4.137) постороннего источника, при котором срабатывает реле РОС. Так как в этом случае напряжение $U_{1-2}$ равно э. д. с. тахогенератора, то $U_{(1-2)\,i}$ пропорционально $v_i$. Промежуточные значения скорости определить по формуле

$$v_i = U_{(1-2)\,i} \frac{v_{max}}{E_м}. \quad (4.64)$$

По полученным данным построить фактическую защитную диаграмму скорости (требования к фактической защитной диаграмме такие же, как и к расчетной).

4.7.5.2.4. Проверка исправности и настройки ограничителя скорости. При проверке исправности и настройки ограничителя скорости необходимо проверить:

1) состояние тахогенераторов и надежность их соединения с машиной, командоаппаратов, реле контроля скорости, наличие на них шплинтов и контрольных меток; регулировочные винты и гайки должны быть установлены по контрольным меткам, отмеченным краской или опломбированы;

2) состояние профилей и крепление их к ретардирующим дискам. Профили должны быть установлены по контрольным штифтам и надежно закреплены на ретардирующих дисках. Контрольные штифты должны быть опломбированы краской;

3) положение рычагов командоаппаратов при установке правого (левого) подъемного сосуда в верхнее нормальное положение. Ролик рычага должен

находиться против метки на профиле, а сам рычаг должен быть отжат профилем до упора (допускается свободный ход ролика не более 2 мм при дополнительном нажатии рукой на рычаг);

4) показания приборов (амперметра и вольтметра) при максимальной скорости движения машины. Опустить правый (левый) подъемный сосуд в среднюю часть ствола и зафиксировать показания приборов. Показания должны соответствовать меткам, нанесенным на приборах;

5) исправность работы ограничителя скорости при подъеме правого сосуда. Для этого повернуть переключатель *УП* (см. рис. 4.134) вправо, а при обычной схеме ограничителя скорости отжать рычаг командоаппарата и удерживать его в этом положении. Постепенно разгонять машину в сторону подъема правого сосуда до срабатывания ограничителя скорости и наложения предохранительного тормоза. При этом показания приборов должны соответствовать нанесенным на них меткам.

Переключатель *УП* перевести влево и повторить проверку при том же направлении движения, но для другой ветви ограничителя скорости. Показания приборов в момент срабатывания ограничителя скорости должны соответствовать нанесенным на них меткам.

Аналогично п. 5 произвести проверку для левого подъемного сосуда (при обычной схеме ограничителя скорости следует нажимать на рычаг командоаппарата);

6) реле контроля цепи ограничителя скорости. Для этого переключатель *УП* поставить в среднее положение и отжать рукой рычаг правого сосуда командоаппарата до упора вниз. При подъеме правого сосуда на скорости 0,5—1 м/с должен наложиться предохранительный тормоз.

Аналогично п. 6 произвести проверку *РКЦ* при подъеме левого сосуда.

При обычной схеме ограничителя скорости проверку реле контроля цепи осуществить нажатием на контактор *КУ5* (см. рис. 4.133) (или другой, как по схеме) при заторможенной рабочим тормозом машине. При этом должен наложиться предохранительный тормоз.

### 4.7.5.3. Ограничитель скорости ЭОС-2 (рис. 4.138)

Бесконтактные сельсины-датчики *СД1* и *СД2* через зубчатую передачу связаны с валом подъемной машины. Для повышения точности задания программы передаточное число выбрано таким, чтобы за путь замедления роторы сельсинов поворачивались на угол 60—70°. Напряжение с ротора сельсина через разделительный трансформатор *Тр2* подается одновременно на два идентичных независимых канала. Каждый канал включает в себя диодный функциональный преобразователь (ДФП), узел сравнения действительной и заданной скорости и исполнительное устройство.

С помощью функционального преобразователя выходное напряжение сельсинов-датчиков приобретает примерно параболическую зависимость в функции пути.

Напряжение, снимаемое с диодного функционального преобразователя подается на вход узла сравнения *1Т* и *2Т* действительной и заданной скорости. Для задания скорости подхода последовательно с ДФП подключен источник постоянного тока (*В9—В10*). Заданная скорость каждого канала пропорциональна сумме напряжений от ДФП и источника постоянного тока. На второй вход узла сравнения через делитель подается от тахогенератора *ТГ1*, *ТГ2* напряжение, пропорциональное действительной скорости. При превышении действительной скорости над заданной выходной сигнал узла сравнения исчезает, что приводит к срабатыванию исполнительного устройства *1БО* (*2БО*).

Поскольку передаточное число от вала подъемной машины к роторам сельсинов-датчиков выбрано небольшим, последние делают несколько оборотов за цикл подъема. При этом выходное напряжение сельсинов-датчиков также несколько раз изменяется от нуля до максимального значения. Чтобы это не приводило к срабатыванию ограничителя скорости, после окончания разгона и на весь период равномерного хода сельсины-датчики отключаются со входа *ДФП* этажными выключателями *ЭВ1*, *ЭВ2* и вместо них подключается напряжение

постоянной уставки с обмотки $W_2$ трансформатора *Тр1*. В точке начала замедления этажные выключатели *ЭВ1*, *ЭВ2* разрывают цепь постоянной уставки и подключают выходную обмотку сельсина-датчика *СД1*, *СД2*.

При несимметричной диаграмме подъема, подключение сельсинов-датчиков и постоянной уставки производится через контакты реле направления вращения *РНН*, *РНВ*. При таком включении в период разгона и равномерного хода ограничитель контролирует превышение максимальной скорости. В период замедления работа ограничителя происходит, как описано выше.

Контроль цепей *ДФП* осуществляется с помощью магнитоуправляемого контакта *МУК*. Обмотки $W_{м1}$ и $W_{м2}$ магнитоуправляемого контакта служат нагрузкой *ДФП*. Включение выполнено так, чтобы их магнитные потоки были направлены встречно. Размыкающий контакт *МУК* обеспечивает подачу напряжения с ДФП на вход узла сравнения.

При повреждении цепей *ДФП* изменяется величина тока в обмотке $W_{м1}$ или $W_{м2}$. Неуравновешенная составляющая магнитного потока одной из обмоток приводит к размыканию *МУК*. Это равносильно превышению действительной скорости над заданной, в результате чего происходит срабатывание ограничителя скорости и включение предохранительного тормоза.

Для контроля цепей действительной скорости установлено реле *РК*. Реле находится во включенном состоянии только в том случае, если выходные реле *Р2* исполнительных устройств *Б01* и *Б02* находятся в одинаковом состоянии, т. е. либо оба включены, либа оба отключены. При недопустимом превышении действительной скорости над заданной даже незначительная несимметрия в настройке обоих каналов приведет к тому, что сработает только один канал. Но из-за перекрестного шунтирования резисторов делителей напряжения *R8*, *R11* цепей тахогенераторов *ТГ1* и *ТГ2* происходит одновременное срабатывание обоих каналов, и реле *РК* не разрывает свой контакт в пусковой цепи. Всякое нарушение цепей одного из тахогенераторов не приведет к одновременному срабатыванию обоих каналов, что вызовет отключение реле *РК*.

При наладке ограничителя скорости ЭОС-2 необходимо проверить:

1) величину передаточного отношения блоков сельсинов-датчиков и подобрать его так, чтобы за путь замедления роторы сельсинов-датчиков ограничителя скорости поворачивались на угол 72° или ближайший меньший. Ориентировочно сменные пары к сельсинам-датчикам ограничителя скорости подобрать по формуле

$$n = \frac{0{,}2H}{H_з}, \qquad (4.65)$$

где $n$ — частота вращения вала сельсинов-датчиков за подъем, об/мин; $H$ — высота подъема, м; $H_з$ — путь замедления, м.

Из вывода, приведенного на стр. 246, принять ближайшее меньшее число с набором шестерен $Z_5$ и $Z_6$, после чего передаточное отношение уточнить;

2) настройку этажных выключателей *ЭВ1*, *ЭВ2* и *ЭВ3*, *ЭВ4* в точках начала замедления. Выключатели *ЭВ3* и *ЭВ4* настроить на срабатывание в непосредственной близости от *ЭВ1* и *ЭВ2*. Схема настройки этажных выключателей показана на рис. 4.139;

3) величину отношения $\frac{В}{м/с}$, для чего по таховольтметру определить показания напряжения на максимальной скорости;

4) правый сосуд установить в точку *А* (см. рис. 4.139), соответствующую началу дотягивания сосуда. Статор сельсина-датчика *СД1* (см. рис. 4.138) развернуть до такого положения, с которого начинает возрастать напряжение на выходе *ДФП* при движении машины «Вперед». В этом положении статор сельсина-датчика зафиксировать. Подобным образом развернуть и зафиксировать статор сельсина-датчика *СД2* в точке *В* (см. рис. 4.139).

Момент возрастания напряжения отметить по вольтметру во втором (*2*) для *СД1* и в третьем (*3*) для *СД2* положениях галетного переключателя. При этом тумблер *ПК4* должен быть в положении «Включено»;

5) величины уставок контролируемых скоростей. Установить подъемный сосуд в точке *А* (см. рис. 4.139). Галетный переключатель установить в поло-

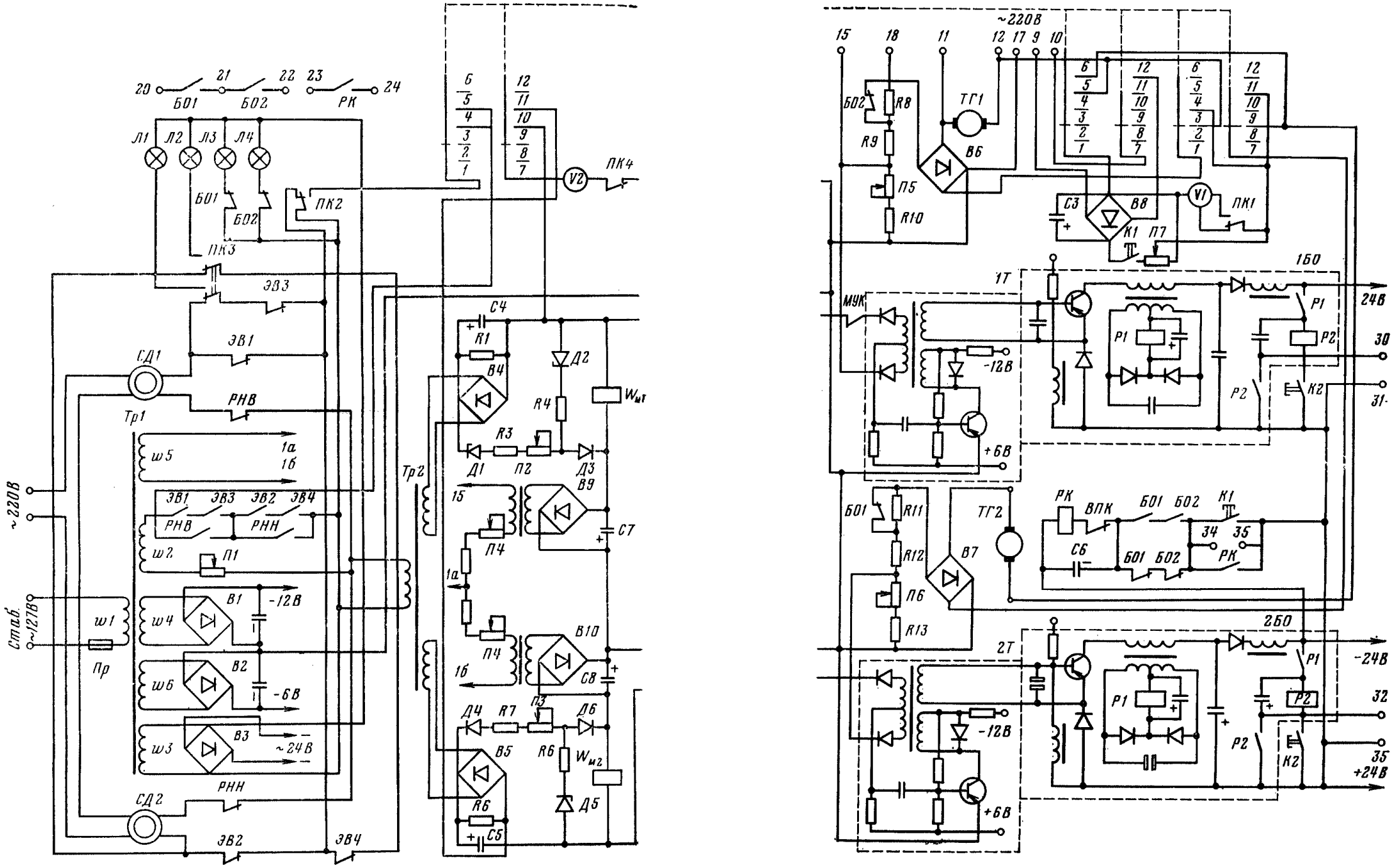



**Рис. 4.138. Электрическая схема ограничителя скорости ЭОС-2**

жение *2* (см. рис. 4.138). Резистором *П7* при нажатой кнопке *РК* по вольтметру *V1* установить напряжение, соответствующее минимальной контролируемой скорости движения машины.

Поочередным поворотом осей резисторов *П4* и *П5* добиться отключения выходного реле блока *БО1*, что определяется по загоранию лампочки *Л3*. В этом положении оси резисторов *П5* и *П4* зафиксировать.

Галетный переключатель поставить в положение *3* и настроить на срабатывание блок *БО2*. Настройку вести резистором *П6*. Отключение выходного реле блока *БО2* определить по загоранию лампочки *Л4*. Резистор *П6* зафиксировать.

После настройки ограничителя скорости на величину минимальной контролируемой скорости в точках *А* и *В* (см. рис. 4.139) начала пути дотяжки произвести обязательную его проверку при положении сосуда в нормальном верхнем положении. Должны загораться лампочки *Л3* и *Л4* при подаче резистором *П7* (кнопка *РК* нажата) напряжения, соответствующего минимальной контролируемой скорости. Галетный переключатель при проверке ставить в положение *2* и *3*;

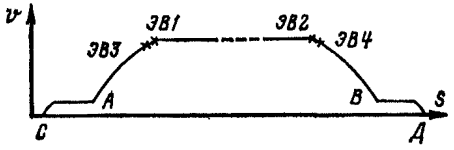



**Рис. 4.139. Настройка этажных выключателей**

затем подъемный сосуд расположить в точке начала замедления в непосредственной близости к этажному выключателю *ЭВ1* или *ЭВ2*, когда выход сельсина-датчика еще не отключен. Переменным резистором *П7* при нажатой кнопке *РК* установить напряжение, соответствующее значению максимальной скорости защитной диаграммы. Галетный переключатель поставить в положение *2*. Переменным резистором *П2* добиться отключения выходного реле блока *БО1*. В положении *3* галетного переключателя резистором *П3* добиться срабатывания выходного блока *БО2*. При этом напряжение по вольтметру *V2* в положениях *2* и *3* галетного переключателя должно быть одинаковым. После окончания настройки резисторы *П2* и *П3* зафиксировать.

Подъемный сосуд установить на участок движения с максимальной скоростью. Переменным резистором *П7* при нажатой кнопке *РК* установить напряжение, соответствующее максимальной скорости защитной диаграммы. Резистором *П1* добиться отключения выходных реле блоков *БО1* и *БО2* при установке галетного переключателя соответственно в положения *2* и *3*.

После окончания настройки галетный переключатель установить в положение *1*. В положениях *2* и *3* переключатель может находиться лишь короткое время во избежание выхода из строя резистора *П7* из-за перегрева;

Снять фактическую защитную диаграмму. Для этого участок пути замедления разбить на 10 равных частей (по указателю глубины). Подъемный сосуд установить в точке деления, а галетный переключатель — в положения *2* и *3* и резистором *П7* при нажатой кнопке *РК* установить напряжение, при котором происходит срабатывание ограничителя скорости. Измерение произвести для всех точек и по результатам построить фактическую защитную диаграмму.

4.7.5.3.1. Проверка исправности работы и наладка ограничителя скорости ЭОС-2. Проверку исправности работы необходимо производить в такой последовательности:

1. При максимальной скорости движения машины в одном и другом направлениях определить величину напряжения тахогенератора.

2. Установить правый подъемный сосуд в нормальное верхнее положение, при этом проверить:

а) срабатывание ЭОС-2 на уставке минимальной контролируемой скорости. Для этого установить переключатель каналов (галетный переключатель) в положение *2* (см. рис. 4.138) для проверки первого канала. Переменным резистором «Регулировка напряжения» (*П7*) при нажатой кнопке «Взвод РК» по вольтметру *V1* на соответствующем пределе измерения (30 или 300 В) установить напряжение, соответствующее минимальной скорости. Когда напряжение достигнет величины настройки, ЭОС-2 должен сработать.

Аналогично произвести проверку второго канала в положении *3* переключателя каналов.

Срабатывание ЭОС-2 определить по загоранию красных лампочек первого и второго каналов (соответственно *Л3* и *Л4*). Если для ограничителя скорости используется один тахогенератор, лампочки *Л3* и *Л4* должны загораться одновременно;

б) срабатывание ЭОС-2 на уставке максимальной скорости при отключенном сельсине-датчике заданной скорости. Для этого установить тумблер «Проверка уставки» (*ПК2*) в положение «Проверка», а переключатель каналов в положение *2*. Переменным резистором «Регулировка напряжения» (*П7*) при нажатой кнопке «Взвод РК» по вольтметру *V1* на пределе измерения 300 В установить напряжение, соответствующее уставке максимальной скорости.

Аналогично произвести проверку второго канала в положении *3* переключателя каналов.

После выполнения проверки тумблер «Проверка уставки» (*ПК2*) возвратить в положение «Работа», переключатель каналов в положение *1*;

в) исправность работы этажного выключателя. Для этого установить тумблер «Проверка *ЭВ*» (*ПК3*) в положение «Проверка». Должна загореться желтая лампочка *Л1*. Окончательный вывод об исправности этажного выключателя можно сделать после выполнения проверки по п. 4.

3. Установить правый подъемный сосуд на середине контролируемого пути замедления (по метке на шкале указателя глубины). Проверить срабатывание ограничителя скорости в период замедления. Для этого установить переключатель каналов в положение *2* для проверки первого канала.

Переменным резистором «Регулировка напряжения» (*П7*) при нажатой кнопке «Взвод *РК*» по вольтметру *V1* на пределе измерения 300 В установить напряжение, соответствующее контролируемой скорости в данном положении подъемного сосуда.

Аналогично произвести проверку второго канала в положении *3* переключателя каналов.

4. Установить правый подъемный сосуд в точку начала замедления (по метке на шкале указателя глубины). Тумблер «Проверка *ЭВ*» должен находиться в положении «Проверка», желтая лампочка *Л1* должна погаснуть, что свидетельствует об исправности этажного выключателя.

Проверить срабатывание ЭОС-2 на участке максимальной скорости (контролируемой скорости в точке начала замедления) при включенном сельсине-датчике заданной скорости. Для этого установить переключатель каналов в положение *2* для проверки первого канала.

Переменным резистором «Регулировка напряжения» при нажатой кнопке «Взвод *РК*» по вольтметру *V1* на пределе измерения 300 *В* установить напряжение, соответствующее уставке максимальной скорости.

Аналогично произвести проверку второго канала в положении *3* переключателя каналов.

После выполнения проверки тумблер «Проверка *ЭВ*» (*ПК3*) установить в положение «Работа» переключатель каналов — в положение *1*.

Аналогичную проверку ЭОС-2 в объеме пунктов 2—4 повторить для соответствующих положений левого подъемного сосуда.

### 4.7.5.4. Проверка электрического ограничителя скорости барабанных подъемных машин методом наезда

*Общие положения*

1. Проверку электрического ограничителя скорости методом наезда производить после окончания работ по ревизии и наладке тормозной системы и ограничителя скорости при ежегодной ревизии и наладке подъемной установки в режимах:

спуск расчетного груза на одноконцевых подъемных установках и установках с равновесными подъемными сосудами;

спуск расчетного груза и спуск противовеса при подъеме порожнего подъемного сосуда на подъемных установках с противовесом.

2. Перед проверкой согласовать с ответственным представителем шахты объем, время и последовательность проведения проверки ограничителя скорости методом наезда и оформить запись в журнале производства работ.

3. Все работы по проверке ограничителя скорости выполнять не менее чем двумя лицами в присутствии ответственного представителя шахты.

4. Управление машиной должно производиться только машинистом подъема. Указание на включение и отключение машины отдается только одним лицом — ответственным представителем шахты или по согласованию с ним — руководителем наладочной бригады.

5. При проверке ограничителя скорости не должны производиться какие-либо работы на подъемной машине, в стволе, на копре, в загрузочном и разгрузочных устройствах.

*Подготовительные операции*

1. Проинструктировать машиниста подъема о всех предстоящих операциях и последовательности их проведения.

2. Распределить обязанности между членами бригады и произвести соответствующий инструктаж.

3. Проверить на остановленной машине состояние и работу тормозной системы, обратив особое внимание на величину хода (выхода) поршней рабочего торможения, запас хода поршней рабочего и предохранительного торможения, величину давления первой ступени торможения (для подъемных машин НКМЗ).

4. Проверить наличие меток на профилях и их соответствие конечному положению подъемных сосудов, а также убедиться в том, что в конечных положениях сосудов сопротивление командоаппаратов полностью выведено.

5. Пользуясь построенной фактической защитной диаграммой, определить расстояние до конечного положения подъемных сосудов, при котором должен сработать ограничитель скорости при наезде на профиль или в зону контроля скорости подъезда на максимальной скорости, и определить точку срабатывания ограничителя скорости.

6. Нанести контрольную метку:

на профиль, которым будет производиться наезд — для подъемных машин, оборудованных электрическим ограничителем скорости ХЭМЗ с командоаппаратами РОС-5914;

на указатель глубины — для подъемных машин, оборудованных электрическим ограничителем скорости типа ЭОС-2 (ЭОС-3).

*Проверка*

1. Установить подъемный сосуд (противовес), при спуске которого будет проверяться ограничитель скорости методом наезда, на расстоянии 1,5—2 расчетного пути замедления от крайнего нижнего положения.

2. Совместить метки на указателе глубины:

для машин, имеющих ограничитель скорости ХЭМЗ с командоаппаратами РОС-5914, произвести рассоединение вала указателя глубины и, вращая штурвал, совместить метку, обозначающую конечное положение профиля с роликом соответствующего командоаппарата. При этом стрелка указателя глубины, соответствующая сосуду, которым будет осуществляться наезд, должна занять нижнее крайнее положение;

для машин, имеющих ограничитель скорости ЭОС и аппарат типа АЗК-1 (АКХ) корректором совместить стрелку сельсинного указателя глубины с меткой, соответствующей конечному положению сосуда, при помощи которого будет производиться наезд. При этом необходимо заметить, сколько оборотов сделал диск точного отсчета.

На подъемных машинах, имеющих дублирующий ограничитель скорости, проверяются поочередно каждый ограничитель при зашунтированном другом ограничителе. После окончания проверок убрать шунтирующие перемычки. На подъемных машинах типа БЦКБ допускается производить наезд дополни-

тельными профилями, полностью соответствующими рабочим, которые устанавливаются на ретардирующем диске на время проверки.

3. Один из членов бригады должен находиться у аварийной кнопки и контролировать действия машиниста подъема.

4. Установить подъемный сосуд, которым будет осуществляться наезд на такое расстояние от точки начала замедления, чтобы было возможно разогнать машину до максимальной скорости.

5. По указанию ответственного представителя шахты или руководителя бригады машинист разгоняет машину до максимальной скорости и выполняет наезд. Руководитель наладочной бригады в это время контролирует по метке на профиле, либо на указателе глубины момент срабатывания ограничителя скорости и в случае, если ограничитель скорости не срабатывает при прохождении контрольной метки, дает указание члену бригады на включение предохранительного торможения аварийной кнопкой.

Одной из вероятных причин несрабатывания ограничителя скорости с командоаппаратами РОС-5914 является неправильная разбивка ступеней сопротивлений командоаппарата.

6. После срабатывания ограничителя скорости и остановки машины, по профилю либо по указателю глубины определить фактический запас по пути торможения, который должен быть:

для скиповых и грузовых клетевых подъемных установок — не менее $v_{max}$;

для грузолюдских и людских подъемных установок — не менее 1,5 $v_{max}$.

В случае получения фактического запаса по пути торможения, меньше рекомендованного, необходимо увеличить контролируемый путь замедления и повторно произвести проверку ограничителя скорости методом наезда.

7. После окончания проверки методом наезда по сигналам стволового и рукоятчика на малой скорости движения машины (0,3—0,5 м/с) установить подъемные сосуды в крайние положения и совместить метки на указателе глубины с положением подъемных сосудов.

8. Проверить защиту от переподъема, после чего сделать перегон порожних сосудов.

9. В случае отказа ограничителя скорости во время проверки методом наезда необходимо возвратить указатель глубины и подъемные сосуды в крайние положения, руководствуясь рекомендациями, изложенными выше, найти причину отказа и только после этого снова произвести проверку ограничителя скорости.

## 4.7.6. Защита от провисания струны и напуска каната

Каждая подъемная установка, за исключением установок со шкивами трения, должна быть оборудована защитой от провисания струны и напуска каната. Исполнительные контакты защитных устройств включаются в цепь защиты и сигнализации подъемной установки. На установках с большой длиной струны каната, где при нормальной работе наблюдается значительная вибрация канатов, исполнительные реле защиты от провисания струны и напуска каната могут иметь выдержку времени не более 0,8 с. Эта выдержка времени необходима для отстройки от ложных срабатываний защиты.

При срабатывании защиты, ее исполнительный контакт в цепи катушки контактора предохранительного тормоза шунтируется контактом обходного переключателя (см. рис. 4.95) и одновременно другим контактом этого переключателя размыкается цепь катушки реверсора соответствующего направления движения, чем обеспечивается блокировка, предотвращающая движение машины в сторону дальнейшего напуска каната.

### 4.7.6.1. Устройства защиты

В устройствах защиты от провисания струны и напуска каната могут использоваться различные способы контроля натяжения каната.

Ослабление каната можно определить:

по провисанию струны каната от подъемной машины до копрового шкива;

по изменению нагрузки на копровые шкивы;
по изменению положения прицепного устройства на подъемном сосуде;
по сравнению перемещения подъемной машины и подъемного сосуда.

Наибольшее распространение получили устройства защиты, контролирующие провисание струны каната от подъемной машины до копрового шкива. Такие устройства по конструкции могут быть самыми разными. Принцип их работы заключается в том, что при провисании струны канат приводит в действие аппарат защиты (конечный выключатель, реле) либо механическим переключением контактов выключателя, либо благодаря электрическому контакту между канатом и подканатной конструкцией. При этом следует заметить, что работа устройств, работающих по принципу непосредственного электрического контакта между канатом и подканатной конструкцией, является менее надежной, так как из-за загрязнения (и обмерзания зимой) каната увеличивается вероятность отказа защиты.

Известны различные конструкции, выполненные по рассматриваемому принципу. Это и конечные выключатели, установленные у канатного проема в здании подъемной машины, на которые воздействует канат при провисании струны через различные подканатные конструкции (тросы, подвижные жесткие конструкции) и конечные выключатели, установленные на копре, на которые воздействует при ослаблении каната груз через ролик, оттягивающий канат на участке от шкива к подъемному сосуду. Наиболее распространенными являются конструкции, установленные под канатом на стене здания подъемной машины так, чтобы при провисании канат воздействовал на подканатную конструкцию (трубу, тросик) и вызывал срабатывание защиты.

На наклонных подъемных установках, где по технологии работы подъема предусматривается ослабление каната (например, одноконцевые грузовые подъемы), защита от напуска каната выполняется в виде конструкции, контролирующей ослабление и провисание витков каната на барабане подъемной машины, и устанавливается под барабаном. В этом случае она не реагирует на ослабление каната и предотвращает значительный напуск его.

### 4.7.6.2. Наладка и испытание защиты

При наладке защиты и ее периодических осмотрах необходимо проверить:
1) надежность крепления и состояние датчиков ослабления каната;
2) состояние соединений зажимов и соединительных кабелей;
3) состояние исполнительных реле и их контактов;
4) исправность работы защиты;
5) исправность сигнализации о срабатывании защиты.

Для надежной работы защиты, реагирующей на провисание струны каната, подканатная конструкция должна устанавливаться на возможно меньшем удалении от каната. При этом допускается кратковременное касание подканатной конструкции раскачивающимся канатом. Выдержку времени исполнительных реле защиты необходимо устанавливать минимально возможной (не более 0,8 с), обеспечивающей отстройку защиты от ложных срабатываний при колебаниях каната.

При наладке защиты необходимо также убедиться, создав искусственный напуск каната большой величины (3—4 м), что канат надежно воздействует на подканатную конструкцию при любой величине напуска. В случае, если при напуске канат будет ложиться на ограждение канатного проема в стене здания и отходить от подканатной конструкции при какой-то величине напуска, необходимо опустить ограждение канатного проема до величины, обеспечивающей нормальное воздействие каната на подканатную конструкцию как при малых, так и при значительных напусках.

При наладке защит, реагирующих на изменение нагрузки копровых шкивов или изменение положения элементов прицепного устройства подъемного сосуда, следует обратить особое внимание на то, что на установках, где в конечных положениях наблюдаются технологические ослабления каната (при посадке сосуда на кулаки, посадочные брусья, у опрокидных подъемных сосудов), возникает необходимость блокирования (шунтирования) защиты в конечных поло-

жениях подъемных сосудов. Шунтирование защиты в этом случае осуществляется на небольшом участке пути (не более 0,5 м) конечным выключателем, срабатывающим от воздействия подъемного сосуда, находящегося в данный момент в верхнем положении.

Проверку действия защиты от провисания струны и напуска каната произвести созданием искусственного напуска каната. Для этого подъемный сосуд установить на вымостку из балок или посадочные кулаки на нулевой площадке, на посадочные брусья в загрузочном устройстве (при небольшой глубине ствола) или удерживать вспомогательной лебедкой. Затем произвести разгон подъемной машины до срабатывания защиты и определить величину напуска каната. Эта величина должна быть по возможности минимальной (0,8—1 м).

Для исключения срабатывания защиты от переподъема во время испытаний защиты от напуска каната, ее следует зашунтировать нажатием кнопок (поворотом ключа) раздельной проверки концевой защиты от переподъема. Во время проверки защиты от напуска каната не должны вестись никакие другие работы на установке и в стволе.

Как и перед проверкой других защит, до начала испытания защиты от напуска каната необходимо убедиться в исправности работы тормозной системы.

## 4.7.7. Защита при проскальзывании канатов приводного шкива трения

Канатоведущие шкивы многокапатных подъемных машин связаны с головными канатами фрикционно. Поэтому в процессе работы машины возможно проскальзывание канатов и шкивов относительно друг друга, что приводит к рассогласованию указателя глубины и путевого программного аппарата с фактическим положением подъемного сосуда в стволе, а также к выходу из строя футеровки канатоведущего шкива.

При проскальзывании шкива по канату (т. е. скорость шкива больше скорости каната) аппарат защиты должен затормозить машину предохранительным тормозом и включить сигнализацию о проскальзывании. В случае проскальзывания каната по шкиву (т. е. скорость каната больше скорости шкива) машина не затормаживается предохранительным тормозом, а включается световой или звуковой сигнал.

### 4.7.7.1. Аппараты защиты

В настоящее время применяется защита типа АЗП и ее модернизированный вариант АЗП-Л.

Аппараты типа АЗП и АЗП-Л работают на принципе сравнения путей, проходимых канатом и канатоведущим шкивом, и позволяют контролировать как проскальзывание шкивов по отношению к канатам, так и проскальзывание канатов по шкивам при любых скоростях движения машины.

Структурная схема аппарата АЗП-Л приведена на рис. 4.140. Перемещение приводного шкива и подъемных канатов с помощью импульсных преобразователей, установленных на валу приводного шкива ИП-1 и на валу отклоняющих шкивов ИП-2, преобразуются в последовательность электрических импульсов с квантом 0,5—1 м.

Импульсные преобразователи ИП-1 и ИП-2 состоят из бесконтактных выключателей типа БВК-24, на которые воздействуют зубчатые диски, связанные с валами приводных или отклоняющих шкивов. Если подъемная машина не имеет отклоняющих шкивов, то, чтобы получить путевые импульсы перемещения канатов, необходимо привязать преобразователь ИП-2 непосредственно к канату при помощи прижимного ролика. Путевые импульсы движения каната могут быть получены также воспроизведением магнитных меток, нанесенных на головной канат. В этом случае необходимо иметь дополнительные устройства (устройство для записи магнитных меток на канате, датчик воспроизведения меток, преобразователь магнитных меток в импульсы).

После формирования с помощью формирователей Ф1 и Ф2 импульсы поступают на схему сравнения количества импульсов.

Сравнение количества импульсов производится при помощи суммирующего счетчика СЧ-1, на счетный вход которого поступают путевые импульсы от ИП-1, а на шину сброса этого счетчика поступают импульсы сброса, сформированные формирователем импульсов сброса из путевых импульсов преобразователя ИП-2. Для повышения помехозащищенности аппарата формирователь импульсов сброса смонтирован так, что из каждого путевого импульса от ИП-2 формируются два сбросовых импульса. Таким образом, при нормальной работе подъемной установки каждому путевому импульсу от ИП-1 на счетный вход СЧ-1 следуют два сбросовых импульса от ИП-2 и в счетчике не может быть зафиксировано число больше единицы. При проскальзывании приводного шкива по неподвижным канатам поступление импульсов сброса прекращается и счетчик СЧ-1 начи-

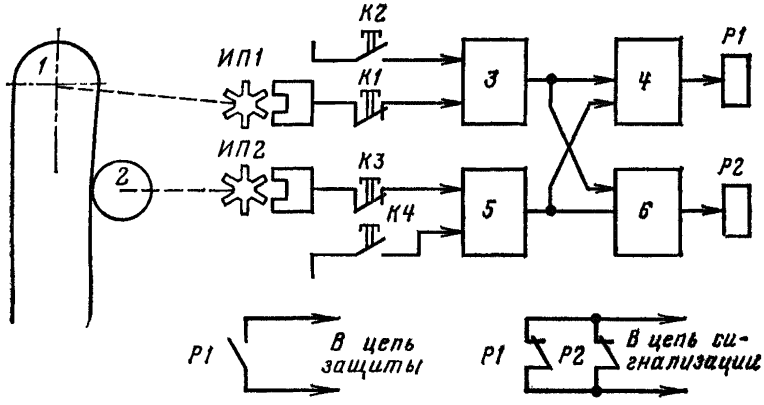



**Рис. 4.140. Структурная схема аппарата АЗП-Л:**
*1* — канатоведущий шкив; *2* — отклоняющий шкив; *3, 5* — формирователи импульсов Ф1 и Ф2; *4, 6* — блоки сравнения количества импульсов

нает суммировать импульсы от ИП-1. При поступлении четвертого импульса реле защиты *Р1* отключается и размыкает свои контакты в цепи защиты подъемной машины. Для контроля исправности импульсного преобразователя ИП-1 в аппарате имеется канал контроля, по принципу действия аналогичный вышеописанному, с той разницей, что на счетный вход счетчика СЧ-2 поступают путевые импульсы от ИП-2, а на шину сброса от ИП-1. Контакты реле контроля *Р2* включены в цепь сигнализации.

Канал контроля аппарата кроме контроля исправности *ИП-1* осуществляет контроль проскальзывания подъемных канатов по приводному шкиву. Срабатывание реле контроля *РК* предупреждает машиниста о скольжении канатов и появлении несоответствия между положением подъемных сосудов в стволе и положением стрелок указателя глубины.

### 4.7.7.2. Наладка и испытание защиты

При наладке защиты и периодических ее проверках в процессе эксплуатации необходимо проверить:

1) надежность крепления и состояние импульсных преобразователей;
2) состояние соединений зажимов и соединительных кабелей;
3) исправность работы защиты при проскальзывании канатов;
4) исправность работы сигнализации о срабатывании защиты.

При наладке аппаратов защиты типа АЗП и АЗП-Л необходимо проверить правильность монтажа в соответствии с заводской инструкцией.

Радиальное биение зубчатых дисков импульсных преобразователей допускается не более 1 мм. Зубцы дисков должны входить в зазор БВК на глубину

25 мм. Каждый из выключателей БВК-24 должен подключаться к зажимам шкафа аппарата посредством трехжильного экранированного кабеля. Использование свободных жил кабелей коммутации схемы управления подъемной машины для подключения выключателей БВК не допускается.

После включения аппарата на блоке питания через контрольные гнезда произвести вольтметром постоянного тока замер напряжений +6, —12, —24 В. Допустимое отклонение питающих напряжений ± 5%.

При движении машины со скоростью 0,5 м/с вольтметром постоянного тока проверить наличие путевых импульсов от импульсных преобразователей. Амплитуда путевых импульсов должна составлять примерно 10 В.

## 4.7.8. Блокировки в схеме управления подъемной машины

### 4.7.8.1. Блокировки, контролирующие работу тормозной системы

*Блокировка от чрезмерного износа тормозных колодок.* Каждая подъемная машина (кроме машин с грузовым приводом тормоза) должна иметь исправно действующую блокировку от износа тормозных колодок, исключающую возможность работы подъемной машины при суммарном зазоре между тормозными колодками и ободом более 4 мм. Блокировка от износа тормозных колодок осуществляется выключателем износа колодок *ВИК*.

Контакты выключения износа колодок в цепи защиты должны шунтироваться контактами обходного переключателя для того, чтобы имелась возможность оттормозить машину и произвести подтяжку колодок после срабатывания *ВИК* (см. рис. 4.125).

При ревизии и наладке блокировки от чрезмерного износа тормозных колодок необходимо обратить внимание на нажимные устройства, которые должны находиться на отмеченных краской местах. Методика наладки блокировки от износа тормозных колодок изложена в 3.3.5.

*Блокировка понижения давления в тормозной системе* устанавливается на подъемных машинах с пневматическим приводом тормоза. Назначение блокировки — исключить возможность работы подъемной установки при низком давлении воздуха в тормозной системе, неспособным удержать тормозной груз. Блокировка осуществляется выключателем (см. рис. 3.42), на рычаг которого воздействует линейка *8*, связанная с поршнем цилиндра предохранительного торможения. Контакты выключателя заведены в цепь контактора *ТП*.

Действие блокировки проверить следующим образом: при отсутствии давления воздуха в воздушной системе тормоза попытаться включить контактор *ТП*; последний может включиться только при искусственном замыкании контактов выключателя *КД*.

*Блокировка положения рукояток рабочего и предохранительного торможения.* На подъемных машинах НКМЗ выпуска до 1963 г. между рукоятками рабочего и предохранительного тормозов имеется механическая блокировка, не позволяющая поставить рукоятку предохранительного торможения в положение «Зарядка», если рукоятка рабочего тормоза находится в положении «Отторможено». Назначение блокировки — исключить возможность самопроизвольного оттормаживания машины при снятии предохранительного тормоза. При проверке механической блокировки следует обратить внимание на состояние отдельных ее деталей. Негодные детали заменить.

На подъемных машинах других типов эта блокировка осуществляется блокировочным выключателем ВБТР, контакты которого включены в цепь контактора предохранительного торможения *ТП*. Выключатель ВБТР должен быть установлен и отрегулирован так, чтобы его контакты замыкались при положении рукоятки рабочего торможения, близком к ее крайнему положению «Заторможено». В то же время выключатель не должен механически ограничивать величину хода рукоятки.

*Блокировка положения тормозного груза машин и лебедок с грузовым приводом тормоза* осуществляется контактами выключателя блокировки тормозного груза *ВБТГ* (рис. 4.141, *а*). Контакты его включаются в цепь защиты и

должны замыкаться при нормальном верхнем положении тормозного груза. При не полностью поднятом тормозном грузе оттормаживание машины приведет к размыканию контакта *ВБТР* и обесточиванию катушки контактора *ТП*.

*Блокировка положения крана предохранительного торможения подъемных машин НКМЗ выпуска до 1963 г.* осуществляется блокировочным выключателем предохранительного торможения *ВБТП* (рис. 4.141, *б*), рычаг которого жестко связан с рычагом трехходового крана. Контакты *ВБТП* включены в цепь защиты. Если по какой-либо причине (при обесточивании электромагнитов или воздействии машинистом на рукоятку предохранительного тормоза) золотник трехходового крана переставляется в положение «Заторможено», то контакты *ВБТП* размыкаются. Тяга к рычагу *ВБТП* должна быть отрегулирована так, чтобы его контакты были замкнуты только тогда, когда золотник трехходового крана находится в крайнем положении «Отторможено».

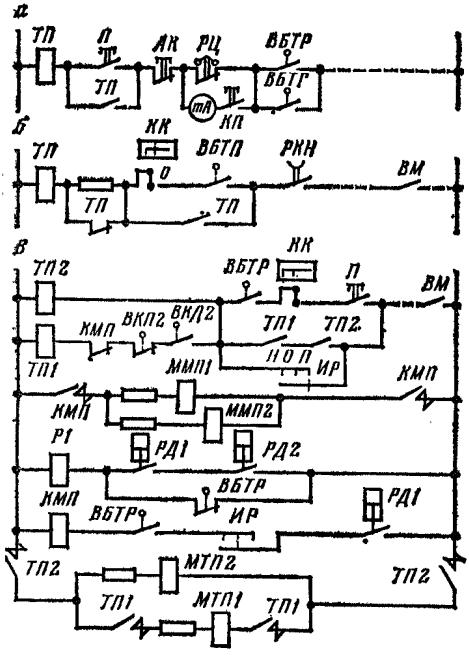



**Рис. 4.141. Цепь защиты подъемной машины:**
*а* — с грузовым приводом тормоза; *б* — подъемных машин НКМЗ с рычажной системой управления; *в* — подъемных машин НКМЗ с электроклапанным управлением

*Блокировка, контролирующая давление воздуха в цилиндрах рабочего торможения подъемных машин НКМЗ при наличии электропневматического регулятора давления* осуществляется контактами реле *РД* или электроконтактным манометром (см. рис. 3.52). В цепь защиты контакты реле давления вводятся через промежуточное реле давления *РКД*. Реле *РВКД* необходимо для согласования по времени перемещения рукоятки рабочего торможения и нарастания давления в цилиндрах рабочего торможения. Задержка на размыкание контактов *РВКД* в цепи *ТП* 0,5—0,7 с.

Для проверки работы блокировки необходимо отключить реле *РКД* (перекрыть поступление воздуха к реле давления *РД*) и растормозить машину. Через время, определяемое выдержкой реле *РВКД*, на отключение должен наложиться предохранительный тормоз.

*Блокировка рукоятки предохранительного торможения.* При установке электропневматического регулятора давления на подъемной машине НКМЗ с тормозной системой конструкции до 1963 г. необходимо установить специальную блокировку, которая не должна допустить растормаживания машины при «зарядке» в случае отсутствия давления воздуха в цилиндрах рабочего торможения из-за отказа в работе регулятора давления или схемы управления. В этом случае описанная выше блокировка контроля наличия давления в цилиндрах рабочего торможения не даст возможности включиться контактору предохранительного торможения, что, однако, не помешает вручную при помощи рукоятки передвинуть трехходовой кран предохранительного торможения в положение «Отторможено». Во избежание этого на площадке управления должна быть установлена электромагнитная защелка, не позволяющая передвинуть рукоятку предохранительного торможения из нейтрального положения в положение «Зарядка» до включения электромагнита, оттягивающего защелку (см. рис. 3.48).

Настройку реле давления *РД* (см. рис. 3.48) необходимо произвести так, чтобы размыкание его контакта происходило при давлении, обеспечивающем

надежное удержание машины при снятии предохранительного тормоза. Тормозной момент, развиваемый при этом рабочим тормозом, должен быть не менее $1{,}2M_{ст}$.

Проверку работы магнитной защелки произвести перемещением рукоятки предохранительного тормоза из нейтрального положения в положение «Зарядка» при отсутствии давления воздуха в рабочих цилиндрах. Рукоятка не должна перемещаться.

*Блокировка исправности цепей обмоток электропневматического регулятора давления* осуществляется соответствующими реле контроля цепи, катушки которых включены последовательно в контролируемую цепь. Обрыв цепи приводит к отключению якоря реле контроля цепи и срабатыванию предохранительного тормоза. Проверка действия этих реле осуществляется искусственным отключением соответствующих катушек.

### 4.7.8.2. Блокировки, контролирующие работу и последовательность действия аппаратов схемы управления

*Блокировка нулевого положения командоконтроллера* осуществляется контактами *КК* (см. рис. 4.141, *б*), включенными в цепь контактора *ТП*. Назначение блокировки — исключить самопроизвольное включение подъемного электродвигателя при оттормаживании машины предохранительным тормозом. Для проверки действия блокировки необходимо затормозить машину предохранительным тормозом и попытаться включить контактор *ТП* при различных положениях командоконтроллера. Включение должно произойти лишь при нейтральном (нулевом) положении последнего.

*Взаимная блокировка контакторов реверсора.* Во избежание короткого замыкания в силовой цепи при одновременном включении реверсивных контакторов *В* и *Н* (см. рис. 4.95) в цепи их катушек вводится взаимная блокировка размыкающими блок-контактами. Проверка действия взаимной блокировки контакторов реверсора производится при снятом высоком напряжении. Для проверки необходимо вручную включить один из контакторов, другой попытаться включить командоконтроллером; он должен включиться лишь после отпускания первого контактора.

Механическая блокировка контакторов реверсора служит для тех же целей, что и электрическая, и выполняется в виде рычага, препятствующего одновременному включению обоих контакторов.

*Дуговая блокировка.* Во избежание короткого замыкания в силовой цепи через дугу при быстром переключении реверсирующих контакторов или при быстром переходе с двигательного режима в режим динамического торможения (или наоборот) подъемная установка должна быть снабжена дуговой блокировкой. Дуговая блокировка осуществляется с помощью реле дуговой блокировки *РДБ* (см. рис. 4.95), размыкающие контакты которого введены в цепь катушек реверсирующих контакторов и катушки контактора динамического торможения. Выдержку времени реле *РДБ* на отключение установить около 1 с.

Проверку правильности работы дуговой блокировки произвести следующим образом. Реле *РДБ* настроить на выдержку 1 с. Между контактами реле установить изоляционную прокладку. При перемещении рукоятки командоконтроллера в одну и другую сторону реверсивные контакторы не должны включаться; при нажатии на кнопку *КВДТ* (см. рис. 4.95) контактор *ДТ* также не должен включиться. После этого изоляционную прокладку удалить и перемещением рукоятки командоконтроллера включить один из реверсивных контакторов, затем нажать кнопку *КВДТ*. При этом между отключением реверсивного контактора и включением контактора *ДТ* должен быть выдержан промежуток времени около 1 с. Эту же проверку можно произвести быстрым перемещением рукоятки командоконтроллера из положения «Вперед» в положение «Назад» или обратно. Проверку дуговой блокировки необходимо производить при снятом высоком напряжении. Для подачи напряжения на схему управления необходимо зашунтировать блок-контакты масляного выключателя в цепи защиты.

При наличии электродинамического торможения роль дуговой блокировки при переходе с режима динамического торможения на двигательный выполняет,

кроме реле *РДБ*, реле *РКТ* (см. рис. 4.95), контакты которого включены в цепь контакторов реверсора *В*, *Н* и *Л*. Якорь реле *РКТ* отпадает при погасании электрической дуги на контактах контактора *ДТ*.

*Блокировка от залипания контакторов ускорения и исчезновения постоянного тока в цепях управления.* Включение реверсора при залипшем контакторе ускорения может быть причиной резких рывков, что вредно отражается на электродвигателе и механической части подъемной машины. Особенно опасно это явление при подходе подъемного сосуда к конечному положению.

В случае отсутствия постоянного тока в цепях реле ускорения может произойти очень быстрое включение всех контакторов ускорения при установке рукоятки командоконтроллера в одно из крайних положений. Поэтому подъемная машина должна быть снабжена блокировкой, исключающей пуск машины при наличии этих неисправностей. Блокировка может осуществляться, например, контактами реле *РУ1*, включенными в цепь катушек реверсора (см. рис. 4.95). Проверку действия блокировки произвести при снятом высоком напряжении. При заторможенной рабочим тормозом машине и включенном контакторе *ТП* вручную включить контактор *КУ1* (или любой другой). Рукояткой командоконтроллера попытаться включить реверсор. Реверсор не должен включаться.

*Блокировка от отсутствия смазки (для принудительной маслосмазки).* Подъемные машины с централизованной системой смазки снабжаются блокировкой, запрещающей пуск машины при отсутствии последней. Блокировка осуществляется замыкающими блок-контактами *К1* (см. рис. 4.95) пускателя двигателей маслонасосов, включенными в цепь контакторов реверсора.

В других случаях блокировка системы смазки осуществляется контактами струйного реле, электроконтактного манометра или реле давления.

Для проверки действия блокировки необходимо попытаться включить реверсор при отключенном двигателе маслосмазки. Реверсор не должен включаться.

*Блокировка положения масляного выключателя (автомата)* осуществляется замыкающими блок-контактами последнего, включенными в цепь контактора *ТП* (см. рис. 4.141, *б*) и предназначена для того, чтобы затормозить машину предохранительным тормозом при отключении масляного выключателя (автомата). Действие блокировки проверить отключением масляного выключателя (автомата) при включенном контакторе *ТП*. Последний при этом должен отключиться.

*Блокировка от включения реверсора при отключенном ТП* осуществляется замыкающими блок-контактами *ТП* (см. рис. 4.95), включенными последовательно в цепь катушек реверсора. При срабатывании предохранительного тормоза реверсор должен отключиться.

*Блокировка от понижения уровня электролита* применяется на установках, оборудованных асинхронным приводом и жидкостным реостатом. Уровень электролита должен быть таким, чтобы наконечники ножей реостата были опущены в электролит не менее чем на $^2/_3$ высоты. При этом контакты, контролирующие уровень электролита, замкнуты электролитом и реле контроля уровня электролита *РКУ* (см. рис. 4.101) включено. Для проверки действия защиты следует понизить уровень электролита до обнажения контактов контроля уровня. В аппаратуре Первомайского электромеханического завода им. К. Маркса, выпускаемой для управления подземными подъемными установками, для проверки защиты от понижения уровня электролита предусмотрена кнопка *КПУ*, включенная последовательно с электродами. При нажатии на эту кнопку должен включиться предохранительный тормоз (см. рис. 4.101).

*Блокировка положения ножей жидкостного реостата* выполняется на подъемных машинах и лебедках, оборудованных пультом управления ППМ-1. Выемная часть блока управления, расположенного с правой стороны пульта, представляет собой кронштейн сварной конструкции, на котором смонтирована рукоятка управления жидкостным реостатом и универсальный переключатель. Переключение универсального переключателя возможно только при установке рукоятки управления реостатом в крайнее положение «На себя», что соответствует полностью введенному сопротивлению жидкостного реостата.

Проверку блокировки произвести поворотом рукоятки универсального переключателя при смещенных с крайнего (нулевого) положения ножах реостата. Рукоятка не должна повернуться.

#### 4.7.8.3. Блокировка механизма перестановки барабанов

На подъемных машинах НКМЗ с электроклапанным управлением устанавливается блокировка, позволяющая рассоединить барабаны только при заторможенной машине. Она осуществляется контактами *ВБТР* (см. рис. 4.141, *в*) и реле давления $РД1_4$ включенными в цепь контактора механизма перестановки *КМП*.

В цепь катушки контактора *ТП1* тормоза переставного барабана включены контакты контактора *КМП* и конечного выключателя *ВКП2*, чем исключается возможность подачи сжатого воздуха в цилиндр предохранительного тормоза переставного барабана при рассоединенных барабанах. Выключатель *ВКП2* связан с механизмом перестановки барабанов так, что при расцеплении барабанов его контакты размыкаются.

На подъемных машинах НКМЗ с зубчатым механизмом перестановки выпуска до 1963 г. блокировка от самопроизвольного расцепления барабанов выполняется механически и дополнительная установка соответствующих аппаратов в цепи защиты необязательна, хотя на ряде подъемных установок имеются конечные выключатели, предназначенные для обесточивания цепи защиты при самопроизвольном расцеплении барабанов.

На подъемных машинах НКМЗ с фрикционным механизмом перестановки устанавливается блокировка от проскальзывания фрикционных дисков.

#### 4.7.8.4. Блокировка дверей высоковольтного реверсора

Блокировка осуществляется выключателем дверной блокировки *БК1* (см. рис. 4.95), контакты которого при открывании двери размыкают цепь нулевой катушки масляного выключателя. Проверку действия блокировки осуществить открыванием двери, ведущей к реверсору. Если при этом масляный выключатель не отключится, то необходимо проверить, разрываются ли контакты выключателя *БК1* при открывании двери, а также проверить состояние механизма нулевой катушки привода масляного выключателя.

#### 4.7.8.5. Блокировка положения бака командоконтроллера

На подъемных установках, оборудованных силовыми командоконтроллерами, например КМГ-3310, для предотвращения неправильных действий обслуживающего персонала предусматривается блокировка, обеспечивающая снятие напряжения с контроллера (выключается автомат) при опускании масляного бака. Блокировка осуществляется включением блок-контакта контроллера в цепь нулевой катушки автомата. Проверку блокировки произвести опусканием бака при включенном автомате. При перемещении бака примерно на 20 мм вниз автомат должен отключиться.

#### 4.7.8.6. Блокировка крышек аппаратуры во взрывозащищенном исполнении

Электрические аппараты, подвергающиеся при эксплуатации частому осмотру (зачистке контактов, проверке и настройке защиты и т. д.), должны иметь блокировку, препятствующую открыванию крышек при наличии напряжения на токоведущих частях, доступных для прикосновения после снятия крышки. При снятых крышках должна быть исключена возможность подачи напряжения без нарушения конструкции блокировочного устройства, а также при случайном воздействии на детали открытого аппарата.

Конструкция блокировочного разъединителя должна обеспечивать видимый разрыв контактов. Если этого выполнить нельзя, то должна быть обеспечена возможность судить о выключении по положению рукоятки. Во всех случаях рукоятка должна быть жестко связана с приводным валиком. Прочность соединения должна быть выше прочности рукоятки.

Для проверки действия блокировок необходимо вывернуть блокировочный винт для освобождения крышки соответствующего блока. При этом должен включиться предохранительный тормоз.

### 4.7.8.7. Блокировка заполнения приемного бункера

При заполнении приемного бункера грузового подъема должен подаваться световой сигнал машинисту и должна включаться в действие блокировка, запрещающая разгрузку скипа. При подходе скипа к месту разгрузки при заполненном бункере должен включиться предохранительный тормоз.

Для контроля верхнего уровня в бункере используют электродные датчики ИКС-2 или гамма-электронные реле, работающие на принципе просвечивания бункера гамма-лучами радиоактивного изотопа.

На рис. 4.142 показана схема блокировки заполнения приемного бункера для ручного режима управления. Здесь *ДВУ* — исполнительные контакты гамма-электронного реле контроля уровня. При отсутствии угля или породы в приемном бункере гамма-луч просвечивает бункер и контакты *ДВУ* замкнуты. При заполнении бункера контакты *ДВУ* размыкаются и вступает в действие контактная группа *ВКБ1*, *ВКБ2*, *В* и *Н*. Выключатели контроля заполнения бункера *ВКБ1* и *ВКБ2* размыкают свои контакты при входе в разгрузочные кривые одного или другого скипа. Контактами реверсора *В* и *Н* осуществляется блокировка направления вращения, не позволяющая втянуть груженый скип в разгрузочные кривые.

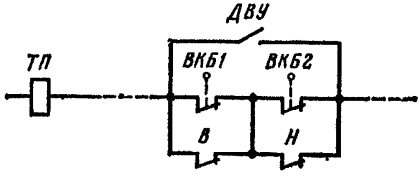



Рис. 4.142. Схема блокировки приемного бункера

Для проверки действия блокировки необходимо закрыть течку или отключить питатель под приемным бункером. После нескольких циклов подъема бункер заполнить. При этом должен включиться световой сигнал. При попытке втянуть скип в разгрузочные кривые должен включиться предохранительный тормоз.

## 4.7.9. Дополнительные защиты и блокировки на подъемных установках с динамическим торможением

*Максимальная защита источников постоянного тока* осуществляется при помощи реле максимального тока *РМ* (см. рис. 4.95), которое необходимо настроить на ток включения, равный 1,2—1,3 пикового значения тока динамического торможения при работе машины в наиболее тяжелом режиме динамического торможения.

Если в качестве источника динамического торможения применяется генератор, то схема управления двигателем генератора не должна допускать повторного самовключения двигателя после срабатывания максимальной защиты.

*Защита от исчезновения постоянного тока в статоре* осуществляется с помощью реле контроля тока *РКТ* (см. рис. 4.95). Если при включении контактора динамического торможения в статоре двигателя по какой-либо причине не появится постоянный ток, то реле *РКТ* не включится. Следовательно, реле *РКН* с выдержкой времени отключится и разорвет цепь контактора *ТП*. Реле *РКН* отрегулировать так, чтобы размыкание его контактов в цепи защиты не успевало произойти до замыкания контактов реле *РКТ* в цепи катушки *РКН*. Выдержка времени реле *РКН* должна быть несколько больше времени срабатывания реле *РДБ* плюс время нарастания тока в цепи динамического торможения. Эта выдержка времени равна примерно 1,3—1,6 с. В процессе наладки эту выдержку необходимо установить минимально возможной. Однако при этом должно быть исключено случайное размыкание контактов *РКН* в цепи защиты во время включения динамического торможения.

Действие блокировки проверить нажатием на кнопку *КВДТ* при остановленном генераторе динамического торможения (отключенном статическом преобразователе). При этом с выдержкой времени должен включиться предохранительный тормоз.

Реле *РКТ*, кроме того, выполняет функцию дуговой блокировки при переходе с динамического торможения в двигательный режим.

*Блокировка нулевого положения командоконтроллера* осуществляется блокировочным реле *РБ* (см. рис. 4.95), в цепь которого включены контакты *КК2*, и предназначена для того, чтобы исключить самопроизвольное включение двигателя после отключения динамического торможения.

Действие блокировки проверить следующим образом. Включить динамическое торможение, рукоятку командоконтроллера перевести в любое крайнее положение, затем динамическое торможение отключить. При этом контактор реверсора не должен включиться. Включить реверсор можно только после предварительного возврата рукоятки командоконтроллера в нулевое положение. Выдержку времени реле *РБ* на отключение установить минимально возможной для данного типа реле.

*Блокировка от одновременного действия предохранительного и динамического торможения.* Во избежание появления чрезмерных динамических усилий в механической части подъемной установки при включении предохранительного торможения динамическое торможение должно отключаться. Эта блокировка осуществляется включением катушки контактора *ДТ* через замыкающие блок-контакты контактора *ТП* (см. рис. 4.95).

*Блокировка входа к оборудованию динамического торможения* осуществляется выключателем дверной блокировки *БК2* (см. рис. 4.95), контакты которого в цепи нулевой катушки размыкаются при открывании двери. Параллельно контактам *БК2* включены блок-контакты разъединителя динамического торможения, *РДТ*. Таким образом при отключенном разъединителе *РДТ*, открывание двери ведущей к генератору динамического торможения (статическому преобразователю) не приводит к отключению масляного выключателя.

Действие блокировки проверить открыванием двери при включенном разъединителе *РДТ*. При этом должен отключиться масляный выключатель.

Кроме перечисленных выше блокировок подъемная установка, оборудованная устройством *ДТ*, должна иметь взаимную электрическую блокировку против одновременного включения контакторов *В*, *Н* и *ДТ*, которая осуществляется при помощи их размыкающих блок-контактов в противоположных цепях.

## 4.7.10. Дополнительные защиты и блокировки на автоматизированных подъемных установках

*Защита от обратного хода машины* осуществляется с помощью реле обратного хода *РОХ* (рис. 4.143), подключаемого через диоды *Д1*, *Д2* и контакты контакторов направления вращения *РНВ*, *РНН* к якорю тахогенератора *ТГ*. При включении контактора направления вращения *РНВ* (*РНН*) и правильном направлении вращения подъемной машины полярность диода *Д2* (*Д1*) должна быть такой, чтобы через катушку реле *РОХ* ток не протекал. Если под действием концевой нагрузки подъемная машина начнет вращаться в обратном направлении, то полярность напряжения на якоре тахогенератора изменится и диод *Д1* (*Д2*) окажется включенным в проводящем направлении. При этом реле *РОХ* включится и своим размыкающим контактом разорвет цепь защиты.

В схеме включения реле *РОХ* следует использовать размыкающие контакты реле *РНВ* и *РНН*.

При переходе на ручной режим работы реле *РОХ* отключается контактом переключателя режимов работы *ИР*.

Реле *РОХ* настроить на напряжение включения, соответствующее скорости обратного хода 0,3—0,5 м/с.

Действие блокировки проверить искусственным замыканием соответствующего контакта (*РНВ* или *РНН*) при движении машины в автоматическом режиме с малой скоростью.

*Блокировка, не допускающая перехода с ручного управления на автоматическое и обратно без наложения предохранительного тормоза* осуществляется контактами переключателя режимов работы или соответствующих реле (контакторов) переключения режимов работы, которые включаются в цепь защиты подъемной установки.

*Блокировка, осуществляющая контроль выполнения заданной диаграммы скорости по времени.* Контроль выполнения отдельных периодов диаграммы

скорости (увеличение вдвое против расчетного значения времени периода пуска, замедления или дотягивания) с целью предотвращения работы машины с не полностью выведенным сопротивлением в цепи ротора после разгона или с длительным включением их при попытках втянуть застрявший сосуд в разгрузочные кривые осуществляется специальными устройствами. Эти устройства представляют собой реле времени различного типа, включающие предохранительный тормоз, если время, отведенное для данного периода диаграммы скорости, истекло, а импульс об окончании режима не получен. Выдержка времени реле устанавливается на 50% больше соответствующего расчетного времени.

Для проверки действия этих блокировок необходимо искусственно осуществить имитацию таких режимов, от которых они предохраняют.

*Блокировка, контролирующая выполнение команд на затормаживание и оттормаживание машины*, осуществляется с помощью реле давления или электроконтактных манометров, контролирующих давление воздуха или масла в цилиндрах привода тормоза, или с помощью конечных выключателей, контролирующих заторможенное или отторможенное положение машины.

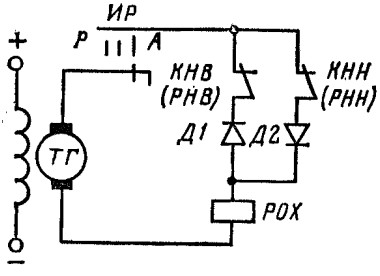



Рис. 4.143. Защита от обратного хода машины

Проверку действия блокировки произвести созданием искусственного режима работы, приводящего к срабатыванию блокировки.

*Технологические блокировки.* В схеме управления автоматизированной подъемной установкой должны быть предусмотрены следующие технологические блокировки:

1) блокировки, предусматривающие остановку подъемных сосудов в стволе;

при недопустимо низком уровне транспортируемого груза в загрузочном бункере;

при отсутствии его в дозаторах;

при заполнении приемных бункеров;

при самопроизвольном открывании дозаторов загрузочных устройств;

2) блокировка, запрещающая пуск машины при неполной разгрузке верхнего подъемного сосуда.

Перечень остальных блокировочных и сигнальных устройств изложен в 4.6.

## 4.7.11. Контроль сопротивления изоляции цепей управления и защиты

Для предотвращения отказов защит и ложных срабатываний аппаратов на подъемных машинах необходимо автоматически контролировать замыкание на «землю» в цепях управления и защиты.

Если цепи управления и защиты питаются линейным напряжением, то появление замыкания на «землю» за катушкой контактора может привести к неотключению этого контактора контактами цепи управления и защиты, а при повышенном напряжении в сети и к самопроизвольному его включению. Особую опасность представляют замыкания на «землю» в цепях защиты. Поэтому питание катушки контактора предохранительного тормоза ТП необходимо осуществить через разделительный понижающий трансформатор, в котором фаза вторичной обмотки, к которой непосредственно подключен выход катушки ТП, должна быть заземлена. В этом случае появление замыкания на «землю» за катушкой ТП приведет к ее отключению, что обеспечит безопасность эксплуатации подъемной машины.

По этой же причине при питании цепей управления и защиты фазным напряжением необходимо, чтобы к нулевому проводу была непосредственно подключена катушка, а контакты цепи управления и защиты подключались со стороны фазы.

Питание цепей управления и защиты постоянным током характеризуется более высоким уровнем эксплуатационной надежности. При замыкании на «землю» одной из точек в такой сети не происходит короткого замыкания или отказа в работе аппаратов управления или защиты. Но появление замыкания на «землю» в двух точках может привести к отказу схемы или цепи защиты. Поэтому в этих цепях необходимо осуществлять постоянный автоматический контроль за уровнем изоляции сети относительно «земли» при помощи специальных схем контроля.

В настоящее время применяют наиболее простой способ контроля замыкания на «землю» — схема которого приведена на рис. 4.144. В этой схеме реле *РЗ* контролирует наступление определенного уровня асимметрии напряжений в случае замыкания на «землю» в сети. Очевидно, что контроль возможен только для несимметричного уменьшения уровня изоляции обоих полюсов. При любом

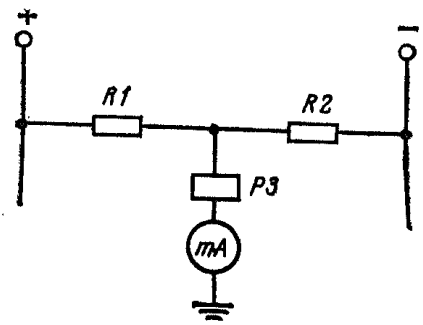



**Рис. 4.144. Контроль сопротивления изоляции цепей управления и защиты на постоянном токе**

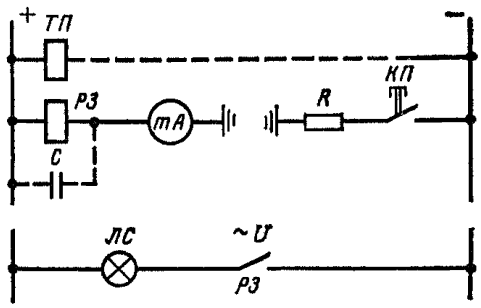



**Рис. 4.145. Несимметричная схема контроля сопротивления изоляции**

симметричном ухудшении изоляции — вплоть до двойного замыкания на «землю» — схема не выдаст сигнал о нарушении изоляции. Поэтому практически приведенная схема реагирует только на однополюсное полное замыкание на «землю».

Измерения на действующих подъемных установках показывают, что ток удержания катушки контактора для различных типов контакторов колеблется в больших пределах, нижний предел которого может составлять 10—14 мА. Поэтому при применении схемы контроля, приведенной на рис. 4.144, возможен отказ цепи защиты даже при ухудшении изоляции при токе утечки 10 мА в одной точке.

В связи с изложенным, применение схемы контроля замыкания на «землю», приведенной на рис. 4.144, на подъемных установках не целесообразно.

Для повышения надежности работы подъемной установки в цепях управления и защиты постоянного тока необходимо применять схему контроля сопротивления изоляции, способную контролировать как симметричное, так и однополюсное снижение сопротивления изоляции до величины 50—20 кОм. Такая схема может быть выполнена по принципу наложения с использованием в схеме контроля оперативного переменного тока. Но такая схема довольно сложна в изготовлении и для подъемных установок серийно не выпускается.

Повысить же надежность существующих схем контроля можно, если отказаться от симметричной схемы и контролировать сопротивление изоляции только того полюса, который подключен к катушкам *ТП* и аппаратов управления через контакты защиты и управления (рис. 4.145).

В этом случае реле *РЗ* включается при снижении сопротивления контролируемого полюса до величины 50—20 кОм. Снижение сопротивления второго полюса для безопасности работы цепи защиты не представляет опасности, поэтому автоматически может не контролироваться.

## 4,7.12. Сигнализация о срабатывании аппаратов защиты

Для ускорения отыскания неисправностей сработавшего аппарата в цепи защиты применяют различные схемы сигнализации, которые можно разделить на два способа контроля:

непосредственный по контакту, включенному в цепь защиты;

косвенный, срабатывание аппарата по другому контакту этого аппарата.

К схемам с непосредственным контролем относятся схемы с неоновыми лампами, тиратронами, оптронами и т. п., включенными параллельно контакту аппарата в цепи защиты.

Недостатками таких схем являются:

подключение параллельно каждому контакту цепи защиты дополнительных жил кабеля, дополнительных элементов, при неисправности или пробое которых происходит шунтирование контакта, что приводит к отказу цепи защиты и снижает надежность работы ее.

частые ложные срабатывания схемы сигнализации из-за малых токов управления, что снижает ее эффективность работы.

К достоинствам таких схем (если исключить ложные срабатывания схемы) следует отнести возможность контроля не только сработанного аппарата, но и контроль исправности электрических соединений цепи защиты, так как обрыв цепи или нарушение контакта приводит к срабатыванию схемы контроля.

При применении таких схем сигнализации о срабатывании аппаратов в цепи защиты на подъемных установках целесообразно принять меры к тому, чтобы уменьшить вероятность шунтирования цепи защиты при возможных замыканиях в схеме сигнализации и подводящих кабелях. С этой целью можно рекомендовать установку ограничивающих резисторов (необходимых для работы неоновых ламп, тиратронов, тиристоров и т. п.) непосредственно на сборке зажимов, к которой подключается кабель, идущий в схему сигнализации. В этом случае любое замыкание в кабеле или схеме сигнализации не приведет к шунтированию цепи защиты и ее отказу.

К схемам с косвенным контролем относятся схемы, в которых через вторые контакты реле и выключателей, включенных в цепь защиты, включены сигнальные реле типа РУ-21. Эти сигнальные реле включаются при срабатывании контролируемого аппарата защиты. Достоинством такой схемы является то, что она не связана непосредственно с цепью защиты и поэтому не снижает ее надежность.

Однако такая схема не контролирует исправность электрических соединений цепи защиты. При наладке схем сигнализации с косвенным контролем цепи защиты необходимо регулировку контакта реле или выключателя, включающего сигнальные реле, выполнить так, чтобы он замыкался одновременно с размыканием контакта, включенного в цепь защиты.

При периодических ревизиях и наладках схем сигнализации необходимо проверить:

1) состояние схемы, исправность ее элементов и соответствие принципиальной схеме;

2) правильность регулировки контактов выключателей и реле защиты, включающих сигнальные реле;

3) исправность работы схемы, при срабатывании каждого аппарата защиты.

## 4.8. СТВОЛОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ

При ревизии и наладке стволовой сигнализации необходимо проверить:

1) величину напряжения питания схемы сигнализации. Питание аппаратуры сигнализации должно производиться напряжением (линейным) не выше 127 В;

2) соответствие применяемого электрооборудования и кабелей стволовой сигнализации следующим требованиям:

в стволах со свежей струей воздуха и камерах стационарных установок, проветриваемых свежей струей воздуха за счет общешахтной депрессии шахт, опасных по газу или пыли, за исключением случаев, когда в этих и примыкающих к ним выработках, подающих свежую струю воздуха, имеются суфляры

или когда шахта отнесена к опасной по внезапным выбросам, допускается применение рудничного оборудования нормального и временно электрооборудования в общепромышленном исполнении;

в подземных выработках шахт, опасных по газу или пыли, в стволах с исходящей струей воздуха этих шахт и в надшахтных зданиях, примыкающих к этим стволам, а также в стволах со свежей струей воздуха и примыкающих к ним надшахтных зданиях шахт, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа, должна применяться стволовая сигнализация с уровнем взрывозащиты не ниже РП;

порядок применения электрооборудования в рудничном нормальном и общепромышленном исполнении в шахтах, опасных по газу или пыли, устанавливается в соответствии с Инструкцией по применению электрооборудования в рудничном нормальном и общепромышленном исполнении в шахтах, опасных по газу или пыли;

для искробезопасных цепей сигнализации допускается применение отдельных шахтных телефонных кабелей и свободных жил в кабельных линиях связи. Для неискробезопасной сигнализации должны применяться кабели в соответствии с допустимыми напряжением, токами нагрузки и условиями прокладки. Допускается применение для людской сигнализации голых проводов при напряжении не выше 24 В; в шахтах, опасных по газу или пыли, дополнительным условием их применения является обеспечение искробезопасности;

3) соответствие способа подачи сигналов следующим требованиям:

а) устройства рабочей сигнализации должны предусматривать возможность передачи рабочих сигналов с горизонтов по одному из следующих способов;

прямому, обеспечивающему непосредственную передачу сигналов машинисту подъема;

трансляционному, обеспечивающему передачу сигналов рукоятчику основной приемной площадки с последующей передачей их рукоятчиком в машинное отделение;

комбинированному, обеспечивающему одновременное поступление сигналов в машинное отделение к рукоятчику приемной площадки, но позволяющему пуск подъемной машины только после подачи рукоятчиком акустического исполнительного (однократного, некодового) сигнала;

б) при перевозке людей в клетях или пассажирских вагонетках по выработкам с углами наклона более 50° и вертикальным стволам каждая подъемная установка должна быть снабжена устройством для подачи сигнала от стволового к рукоятчику и от рукоятчика к машинисту. Запрещается подавать сигналы из околоствольного двора непосредственно машинисту, минуя рукоятчика. Это требование не распространяется:

на сигнальные устройства, имеющие блокировку, препятствующую пуску машины до получения разрешительного сигнала от рукоятчика;

на одноклетевые подъемные установки с подачей сигнала из клети;

на скиповые подъемные установки;

на установки с опрокидывающимися клетями при подъеме только груза;

в) во время работы клетевого подъема на приемной (посадочной) площадке надшахтного здания должны находиться рукоятчики, а в околоствольных дворах действующих горизонтов — стволовые. Допускается спуск—подъем людей с промежуточных горизонтов при отсутствии на них стволовых при соблюдении следующих условий:

на горизонте не производится прием и выдача грузов;

на горизонтах имеется рабочая сигнализация машинисту и рукоятчику, а также прямая телефонная связь с ними;

в клети находится лифтер (стволовой);

в клети имеется устройство для непосредственной сигнализации рукоятчику и машинисту, а также телефонная связь.

При обслуживании подъемной установки лифтером из клети наличие рукоятчика не обязательно;

г) на людских подъемах с пассажирскими вагонетками в выработках с углом наклона до 50° должна быть предусмотрена сигнализация, обеспечивающая подачу сигналов машинисту подъема кондуктором из поезда. Приемные пло-

щадки этих выработок должны оборудоваться сигнализацией для подачи сигналов вызова. Если поезд для доставки людей состоит более чем из трех вагонеток, должна предусматриваться сигнализация кондуктору поезда, доступная всем пассажирам, находящимся в вагонетках;

4) наличие ремонтной и резервной сигнализации. Каждая подъемная установка должна быть снабжена ремонтной сигнализацией, используемой при осмотре ствола.

На людских и грузолюдских вертикальных и наклонных( с углом наклона выработки более 50°) подъемных установках кроме рабочей и ремонтной сигнализации должна предусматриваться резервная электрическая сигнализация с обособленным питанием. Резервная сигнализация должна осуществляться по отдельному стволовому кабелю.

При двух подъемных установках в одном стволе, каждая из которых обеспечивает спуск—подъем людей со всех горизонтов, резервная сигнализация может отсутствовать.

Каждая подъемная установка при проходке и углубке ствола должна иметь не менее двух независимых сигнальных устройств.

При одновременной проходке ствола, возведении постоянной крепи и армировании сигнализация с подвесного рабочего полка и из забоя ствола должна быть обособленной;

5) возможность подачи сигнала «Стоп» с любого горизонта непосредственно машинисту.

Это требование обязательно для всех подъемов. Оно выполняется обычно наличием на каждом горизонте дополнительного аварийного сигнального выключателя и дополнительной сирены (гудка) в машинном здании со звуковым сигналом, отличным от остальных. При аварийных ситуациях при помощи аварийного сигнального выключателя подается сигнал «Стоп» прямо машинисту подъема.

На людских подъемах с пассажирскими вагонетками в выработках с углом наклона до 50° сигнализация, обеспечивающая подачу сигналов машинисту подъема кондуктором из поезда, может использоваться также и для подачи аварийных сигналов.

На грузовых подъемных установках при автоматическом и полуавтоматическом режимах управления подача сигнала «Авария» должна приводить к автоматическому включению предохранительного тормоза;

6) наличие и исправность работы блокировки между горизонтами. Если установка обслуживает несколько горизонтов, то должно быть устройство, препятствующее одновременному поступлению рабочих сигналов из разных пунктов. Это требование обязательно для всех подъемов;

7) наличие и исправность работы блокировки предохранительных решеток. На всех горизонтах перед стволом должны быть установлены предохранительные решетки для предупреждения перехода людей через подъемные отделения ствола. При открытой решетке должен загораться сигнал «Стоп» у машиниста, требования сигнала «Стоп» не распространяются на подъемные установки, оборудованные дверьми гильотинного типа. В системе стволовой сигнализации клетевых подъемов должна быть блокировка, исключающая при открытых стволовых дверях во всех режимах (кроме режима «Негабарит») возможность подачи рабочих сигналов;

8) состояние блокировки, препятствующей пуску подъемной машины до разрешающего сигнала от рукоятчика. Эта блокировка обязательна только при комбинированном способе подачи сигналов;

9) наличие и исправность действия переключателя режимов работы стволовой сигнализации. Аппаратура стволовой сигнализации должна предусматривать работу клетевого подъема в режимах «Груз», «Люди», «Ревизия», «Негабарит», а для скипового подъема в режимах «Груз» и «Ревизия». Выбранный режим работы должен фиксироваться оптической сигнализацией в машинном здании, на приемных площадках и у диспетчера.

При подъеме и спуске людей, а также при работе подъема в режиме «Ревизия» механизмы обмена грузов (вагонеток) на всех приемных площадках ствола должны отключаться;

10) наличие и исправность работы сигналов самоконтроля на всех приемных площадках ствола. Сигналы самоконтроля позволяют лицу, подающему сигнал, контролировать количество поданных сигналов;

11) наличие оптической сигнализации в машинном отделении об открытом положении стволовых дверей и выдвинутом положении посадочных устройств (для клетевых подъемов);

12) наличие оптической сигнализации в машинном отделении об открытом и закрытом положении дозатора;

13) наличие прямой телефонной связи между машинистом подъемной машины и рукоятчиком. На вновь строящихся шахтах к моменту сдачи их в эксплуатацию, кроме того, должна быть смонтирована производственная громкоговорящая связь;

14) величину сопротивления изоляции цепей сигнализации. Измерение произвести мегомметром на напряжение 500 В. При величине сопротивления изоляции менее 0,5 МОм необходимо последовательной проверкой отдельных цепей найти место с пониженным сопротивлением изоляции и принять меры по улучшению ее.

## 4.9. ЗАЩИТНОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Проверка защитного заземления поверхностных и подземных подъемных установок выполняется в строгом соответствии с требованиями Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах, Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт, Правил устройства электроустановок, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. *Атабеков В. Б.* Высоковольтные аппараты. М., Энергия, 1967.
2. *Бежок В. Р., Калинин В. Г., Чайка Б. Н.* Аппараты защиты и блокировки шахтных подъемных установок. М., Недра, 1980.
3. *Гемке Р. Г.* Неисправности электрических машин. Л., Энергия, 1969.
4. *Димашко А. Д., Гершиков И. Я., Кревневич А. А.* Шахтные электрические лебедки и подъемные машины. М., Недра, 1973.
5. *Киричок Ю. Г., Чермалых В. М.* Привод шахтных подъемных установок большой мощности. М., Недра, 1972.
6. *Карпышев Н. С.* Тормозные устройства шахтных подъемных машин. М., Недра, 1968.
7. *Неисправности* шахтных подъемных машин/В. Р. Бежок, Р. Я. Грузутин, В. Г. Калинин, Б. Н. Чайка. М., Недра, 1980.
8. *Правила* безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., Недра, 1973.
9. *Правила* технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М., Недра, 1976.
10. *Руководство* по ревизии, наладке и испытанию шахтных подъемных установок/Б. Н. Чайка, С. И. Калиш, В. Г. Калинин и др. М., Недра, 1970.
11. *Руководство* по ревизии, наладке и испытанию шахтных компрессорных установок. М., Недра, 1980.
12. *Светличный П. Л.* Справочник энергетика угольной шахты. М., Недра, 1979.
13. *Стороженко М. А., Кирей А. Ф., Маслий А. К.* Аппаратура управления и контроля рудничными подъемными установками. М., Недра, 1980.
14. *Супрунов В. Ф.* Привод постоянного тока шахтных подъемных машин. М., Недра, 1978.
15. *Траубе Е. С., Найденко И. С.* Тормозные устройства и безопасность шахтных подъемных машин. М., Недра, 1980.
16. *Федоров М. М.* Наладка монтируемых подъемных машин. М., Недра, 1970.
17. *Федоров М. М.* Монтаж и наладка шахтного стационарного оборудования. М., Недра, 1974.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 1

**Техническая характеристика приводов тормоза подъемных машин НКМЗ**

| Тормозной привод | Цилиндр рабочего торможения | | | Цилиндр предохранительного торможения | | | | | Тормозные грузы | | Размеры рычагов (см. рис. 3.42), мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | диаметр, мм | рабочий ход, мм | уплотнение | диаметр, мм | | ход поршня, мм | | уплотнение | допустимое число на привод | масса одного тормозного груза, кг | *a* | *b* |
| | | | | цилиндра | штока | конструктивный | рабочий | | | | | |
| 350/150 | 350 | 110 | Сальниковая набивка или кожаные манжеты | 150 | 30 | 550 | 480 | Сальниковая набивка или кожаные манжеты | 7 | 100 | 1400 | 400 |
| 400/170 | 400 | 110 | | 170 | 40 | 550 | 480 | | 9 | 100 | 1400 | 400 |
| 400/175 | 400 | 110 | | 175 | 40 | 550 | 480 | | 9 | 100 | 1400 | 400 |
| 450/190 | 450 | 110 | | 190 | 40 | 550 | 480 | | 12 | 100 | 1400 | 400 |
| 500/220 | 500 | 110 | | 220 | — | 550 | 480 | | 16 | 100 | — | — |
| 600/240 | 600 | 110 | | 240 | — | 550 | 480 | | 17 | 100 | — | — |
| 600/240 | 600 | 110 | | 240 | — | 550 | 480 | | 24 | 100 | — | — |
| 600/240 | 600 | 150 | | 240 | — | 700 | 600 | | 17 | 100 | — | — |
| 360/180 | 360 | 110 | ВПУ-360 | 180 | 40 | 550 | 480 | Манжета | 10 | 100 | 1400 | 400 |
| 400/200 | 400 | 110 | ВПУ-400 | 200 | 40 | 550 | 480 | | 13 | 100 | 1400 | 400 |
| 450/220 | 450 | 110 | ВПУ-450 | 220 | 40 | 550 | 480 | | 16 | 100 | 1400 | 400 |
| 500/250 | 500 | 110 | ВПУ-500 | 250 | 50 | 700 | 600 | | 22 | 100 | 1400 | 400 |
| 600/300 | 600 | 110 | ВПУ-600 | 300 | 50 | 780 | 680 | | 30 | 100 | 1750 | 500 |

Таблица 2

**Техническая характеристика гидравлических приводов тормоза**

| Показатели | Подъемная машина | | | |
|---|---|---|---|---|
| | БМ-2000-3А | 2БМ-2000-3А | 2БМ-2500 БМ-3000 2БМ-3000 (№ моделей 4, 5, 6, 7) | БМ-2500 (№ моделей 4, 5, 6, 7) |
| Число тормозных приводов | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Масса подвижных деталей привода тормоза, кг | 70 | 140 | — | — |
| Время холостого хода, с, не более | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Максимальное удельное давление на колодки, Па (кгс/см$^2$) | $17{,}1 \cdot 10^5$ (17,45) | $5 \cdot 10^5$ (5,2) | $5{,}7 \cdot 10^5$ (5,8) | $8{,}8 \cdot 10^5$ (9,0) |
| Наибольший допустимый суммарный зазор между колодками и тормозным ободом, мм | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Рабочее давление масла, Па (кгс/см$^2$) | $5{,}9 \cdot 10^5$ (6) | $5{,}9 \cdot 10^5$ (6) | $5{,}9 \cdot 10^5$— $74 \cdot 10^5$ (6÷7,5) | $5{,}9 \cdot 10^5$— $74 \cdot 10^5$ (6÷7,5) |
| Принятый конструктивный ход ЦПТ, мм | 425 | 425 | 425 | 425 |
| Наибольший допустимый рабочий ход поршня, мм | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Минимально допустимый запас хода поршня, до упора в нижнюю крышку цилиндра, мм | 150 | 150 | 150 | 150 |

Таблица 3

**Техническая характеристика пружинно-гидравлических приводов тормоза подъемных машин завода им. ЛКУ**

| Показатели | Подъемная машина | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ц-1,2×1,0 2Ц-1,2×0,8 | ЛГЛ-1600 2ЛГЛ-1600 | Ц-1,6×1,2 2Ц-1,6×0,8 | Ц-2×1,5 2Ц×1,1 |
| Максимальное рабочее давление в цилиндре, Па (кгс/см$^2$) | $11{,}77 \cdot 10^5$ (12,0) | $11{,}77 \cdot 10^5$ (12,0) | $11{,}77 \cdot 10^5$ (12,0) | $11{,}77 \cdot 10^5$ (12,0) |
| Подъемное усилие поршня при максимальном давлении, Н (кгс) | 11 780 (1 200) | 20 790 (2 120) | 20 790 (2 120) | 36 971 (3 770) |

Продолжение табл. 3

| Показатели | Подъемная машина | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ц-1,2×10<br>2Ц-1,2×0,8 | ЛГЛ-1600<br>2ЛГЛ-1600 | Ц-1,6×1,2<br>2Ц-1,6×0,8 | Ц-2×1,5<br>2Ц×1,1 |
| Коэффициент полезного действия | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| Поршень: | | | | |
| ход рабочий (расчетный), мм | 45 | 45 | 45 | 55 |
| ход полный (конструктивный), мм | 115 | 120 | 115 | 125 |
| запас хода, мм | 70 | 50 | 70 | 70 |
| диаметр, мм | 150 | 150 | 150/160 | 200 |
| Пружинный блок: | | | | |
| жесткость, Н/мм (кгс/мм) | 84,3/118,5 (8,06/12,08) | 90,2 (9,2) | 90,2 (9,2) | 118,5 (12,08) |
| Масса подвижных деталей, кг | 70/90 | 70/90 | 90 | 132/170 |
| высота пружинного блока в свободном состоянии, мм | 470 | 508 | 456/684 | 825 |
| Манжета: | | | | |
| диаметр, мм: | | | | |
| внутренний | 120 | 120 | 130 | 170 |
| наружный | 150 | 150 | 160 | 200 |
| высота, мм | 20 | 20 | 20 | 20 |

Таблица 4

**Техническая характеристика пружинно-пневматических приводов тормоза**

| Поршень | | | | | | Манжета | | | Пружинный блок | | | Масса подвижных деталей привода, кг | Коэффициент полезного действия привода |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Максимальное рабочее давление, Па (кгс/см²) | Подъемное усилие, Н (кгс) | диаметр, мм | конструктивный ход, мм | рабочий ход, мм | запас хода, мм | внутренний диаметр, мм | наружный диаметр, мм | высота, мм | жесткость, Н/мм (кгс/мм) | число секций | число пружин в секции | | |
| $5{,}9 \cdot 10^5$ (6,0) | 34 617,5 (3 530) | 300 | 185 | 105 | 80 | 260 | 300 | 20 | 98,0 (10,0) | 3 | 6 | 190 | 0,9 |
| $5{,}9 \cdot 10^5$ (6,0) | 39 815,0 (4 060) | 340 | 210 | 105 | 105 | 300 | 340 | 20 | 130,4 (13,3) | 3 | 8 | 340 | 0,9 |
| $5{,}9 \cdot 10^5$ (6,0) | 77 472,5 (7 900) | 440 | 225 | 100 | 125 | 400 | 440 | 20 | 166,7 (17,0) | 3 | 8 | 340 | 0,9 |
| $5{,}9 \cdot 10^5$ (6,0) | 96 105,2 (9 800) | 500 | 210 | 90 | 120 | 460 | 500 | 20 | 215,5 (21,0) | 3 | 10 | 800 | 0,9 |

Таблица 5

**Техническая характеристика пружинно-грузовых пневматических приводов тормоза**

| Показатели | Типоразмер привода тормоза | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 240 | 300 | 380 | 440 |
| Пружинный блок: | | | | |
| жесткость, Н/мм (кгс/мм) | 65,3 (6,66) | 98,0 (10,0) | | 166,6 (17,0) |
| число секций | 3 | 3 | 4 | 3 |
| число пружин в секции | 4 | 6 | 6 | 8 |
| максимальное рабочее давление, Па ($кгс/мм^2$) | $5,9 \cdot 10^5$ (6,0) | $5,9 \cdot 10^5$ (6,0) | $7,4 \cdot 10^5$ (7,5) | $5,4 \cdot 10^5$ (5,5) |
| Привод рабочего торможения: | | | | |
| подъемное усилие поршня при максимальном давлении, Н (кгс) | 25 970 (2 650) | 34 594 (3 530) | 66 640 (6 800) | 81 340 (8 300) |
| Диаметр поршня, мм | 240 | 300 | 380 | 440 |
| конструктивный ход поршня, мм | 185 | 210 | — | 220 |
| рабочий ход поршня, мм | 105 | 105 | 100 | 100 |
| запас хода поршня, мм | 80 | 105 | — | 120 |
| масса подвижных деталей, кг | 150 | 250 | 870 | 630 |
| Привод предохранительного торможения: | | | | |
| максимальное рабочее давление, Па ($кгс/см^2$) | $5,9 \cdot 10^5$ (6,0) | $5,9 \cdot 10^5$ (6,0) | $7,4 \cdot 10^5$ (7,5) | $5,4 \cdot 10^5$ (5,5) |
| подъемное усилие поршня при максимальном давлении, Н (кгс) | 29 400 (3 000) | 40 915 (4 175) | 78 400 (8 000) | 89 180 (9 100) |
| диаметр поршня, мм | 280 | 340 | 440 | 500 |
| конструктивный ход поршня, мм | 210 | 215 | 260 | 250 |
| Привод предохранительного торможения: | | | | |
| рабочий ход поршня, мм | 200 | 210 | 260 | 250 |
| запас хода поршня, мм | 10 | 5 | — | — |
| масса подвижных деталей, кг | 150 | 250 | 440 | 1000 |
| Коэффициент полезного действия груза | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 |
| Тормозные грузы: | | | | |
| масса одного груза, кг | 25 | 25 | 58 | 58 |
| допустимое число тормозных грузов на привод | 40 | 62 | — | 80 |
| Манжета: | | | | |
| цилиндра рабочего торможения: | | | | |
| внутренний диаметр, мм | 200 | 260 | 340 | 400 |
| наружный диаметр, мм | 240 | 300 | 380 | 440 |
| высота, мм | 20 | 20 | 20 | 20 |
| цилиндра предохранительного торможения: | | | | |
| внутренний диаметр, мм | 240 | 300 | 400 | 460 |
| наружный диаметр, мм | 280 | 340 | 440 | 500 |
| высота, мм | 20 | 20 | 20 | 20 |
| штока: | | | | |
| внутренний диаметр, мм | 90 | 100 | 150 | 200 |
| наружный диаметр, мм | 120 | 130 | 180 | 240 |
| высота, мм | 15 | 20 | 20 | 20 |

Приложение 2

Таблица 1

## Ящики сопротивлений ЯС-2 с чугунными элементами

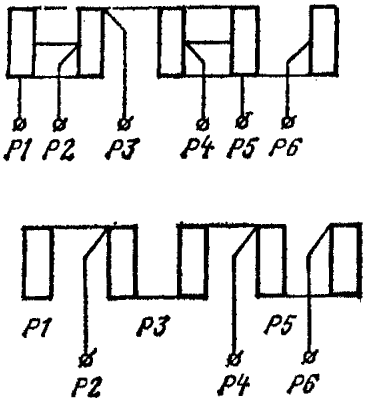
| Ящик | Допустимый ток (А) при относительной продолжительности включения, % | | | | | | Число элементов в ящике | Сопротивление, Ом | | Схема соединений ящиков |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2,5 | 6,0 | 12,5 | 20 | 40 | 100 | | одного элемента | всего ящика | |
| 5 | 800 | 770 | 580 | 465 | 335 | 215 | 20 | 0,005 | 0,10 | Конструкция ящиков позволяет сделать отвод после каждого элемента |
| 7 | 800 | 650 | 490 | 392 | 283 | 181 | 20 | 0,007 | 0,14 | |
| 10 | 710 | 545 | 410 | 328 | 237 | 152 | 20 | 0,010 | 0,20 | |
| 14 | 600 | 460 | 346 | 277 | 200 | 128 | 20 | 0,014 | 0,28 | |
| 20 | 502 | 386 | 289 | 232 | 167 | 107 | 20 | 0,020 | 0,40 | |
| 28 | 425 | 327 | 245 | 197 | 142 | 91 | 20 | 0,028 | 0,56 | |
| 40 | 355 | 273 | 205 | 164 | 118 | 76 | 20 | 0,040 | 0,80 | |
| 55 | 300 | 232 | 173 | 139 | 100 | 64 | 20 | 0,055 | 1,10 | |
| 80 | 254 | 196 | 147 | 118 | 85 | 54 | 20 | 0,080 | 1,60 | |
| 110 | 214 | 165 | 123 | 99 | 71 | 46 | 20 | 0,110 | 2,20 | |

Примечания. 1. Величина допустимого тока указана при продолжительности нагрузки до 30 с и при условии нагрева ящиков сопротивлений до 300 °С. 2. Допустимые токи при условии нагрева ящиков сопротивлений до 200 °С могут быть определены умножением величин, указанных в таблице, на коэффициент 0,75.

Таблица 2

## Ящики сопротивлений КФ с фехралевыми элементами

| Ящик | Соответствующий номер ящика ЯС-2 с чугунными элементами | Допустимый длительный ток А (перегрев 270 °С) | Сопротивление всех ящиков, Ом | Число ступеней; сопротивление ступени, Ом | Сопротивление элемента, Ом | № элемента | Схема соединений ящиков |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 50171 | 5 | 215 | 0,1 | 5×0,0192 | 0,077 | 21 | |
| 50172 | 7 | 181 | 0,13 | 5×0,0225 | 0,102 | 22 | |
| 50173 | 10 | 152 | 0,2 | 5×0,04 | 0,116 | 23 | |
| 50174 | 14 | 128 | 0,29 | 5×0,0575 | 0,23 | 24 | |
| 50161 | 20 | 107 | 0,385 | 5×0,077 | 0,077 | 21 | |
| 50162 | 28 | 91 | 0,51 | 5×0,102 | 0,102 | 22 | |
| 50163 | 40 | 76 | 0,8 | 5×0,16 | 0,16 | 23 | |
| 50164 | 55 | 64 | 1,15 | 5×0,23 | 0,23 | 24 | |
| 50165 | 80 | 54 | 1,6 | 5×0,32 | 0,32 | 25 | |
| 50166 | 110 | 46 | 2,1 | 5×0,42 | 0,42 | 26 | |

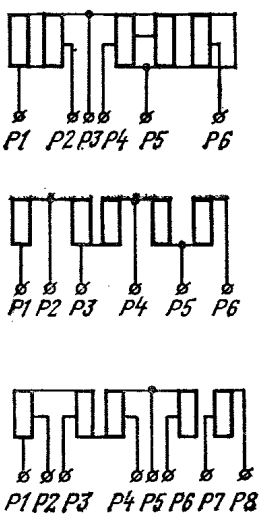



Примечание. Допустимые токи для ящиков типа КФ при различных значениях относительной продолжительности включения те же, что и для соответствующих номеров ящиков ЯС-2 (см. приложение 2, табл. 1).

Таблица 3

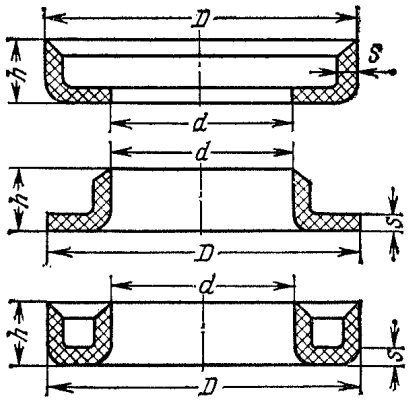
**Ящики сопротивлений НФ-1А**

| Ящик | Длительный ток, А | Общее сопротивление, Ом | Сопротивление ступеней, Ом | | | | | | | Число выходных зажимов | Число элементов в ящике | Схема соединений ящиков |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *P1—P2* | *P2—P3* | *P3—P4* | *P4—P5* | *P5—P6* | *P6—P7* | *P7—P8* | | | |
| 2ТД754.054.01 | 228 | 0,095 | 0,0215 | 0,017 | 0,017 | 0,0215 | 0,019 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.02 | 204 | 0,118 | 0,026 | 0,0215 | 0,0215 | 0,026 | 0,0235 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.03 | 168 | 0,18 | 0,036 | 0,036 | 0,036 | 0,036 | 0,036 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.04 | 134 | 0,285 | 0,057 | 0,057 | 0,057 | 0,057 | 0,057 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.05 | 114 | 0,395 | 0,079 | 0,079 | 0,079 | 0,079 | 0,079 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.06 | 102 | 0,48 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | 0,096 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.07 | 84 | 0,73 | 0,146 | 0,146 | 0,146 | 0,146 | 0,146 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.08 | 67 | 1,15 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.09 | 57 | 1,6 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.10 | 51 | 2,0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | — | — | 6 | 5 | |
| 2ТД754.054.11 | 41,5 | 2,9 | 0,44 | 0,434 | 0,434 | 0,44 | 0,44 | 0,434 | 0,29 | 8 | 5 | |
| 2ТД754.054.12 | 36 | 4,0 | 0,600 | 0,596 | 0,596 | 0,60 | 0,60 | 0,596 | 0,40 | 8 | 5 | |

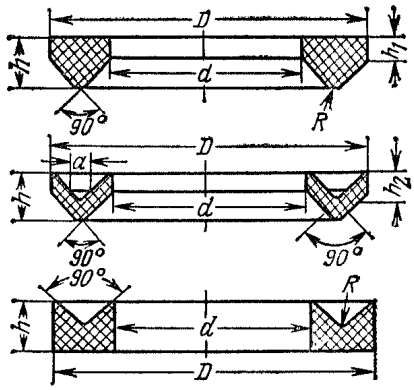



Примечание. Допустимое отклонение величины сопротивления от номинального значения ± 10%.

Манжеты и воротники кожаные

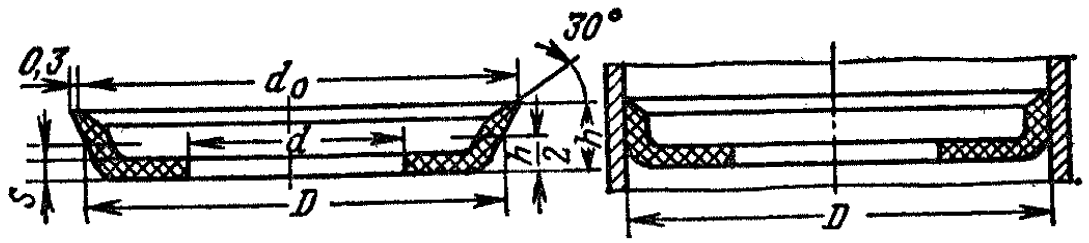



Уплотняющие резиновые кольца для цилиндров и штоков



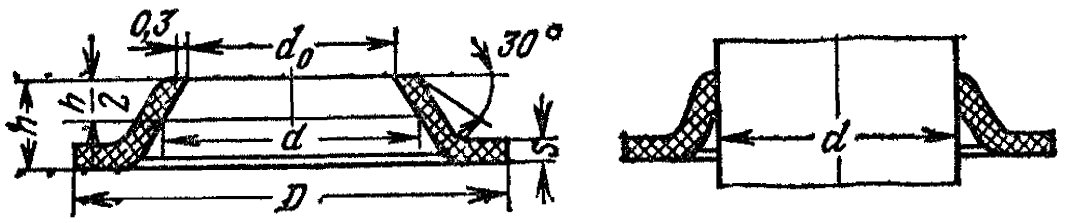

| D | d | h | s | D | d | h | s | d | D | h | $h_1$ | $h_2$ | a | R |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | 10 | 8 | 2,0 | 120 | 90 | 15 | 3,5 | 16 | 30 | 8 | 4 | 5 | 2 | 1 |
| 28 | 12 | | | 125 | 95 | | | 20 | 35 | | | | | |
| 30 | 14 | | | 130 | 100 | | | 22 | 37 | | | | | |
| 32 | 16 | | 2,5 | 135 | 105 | | | 25 | 40 | | | | | |
| 34 | 18 | | | 140 | 110 | | | 30 | 45 | | | | | |
| 36 | 20 | | | 145 | 115 | | | 32 | 47 | | | | | |
| 42 | 22 | | | 150 | 120 | | | 35 | 55 | 10 | 5 | 6 | 2,5 | 1,2 |
| 45 | 25 | | | 160 | 130 | | | 40 | 60 | | | | | |
| 48 | 28 | 10 | 3,0 | 170 | 140 | | | 45 | 65 | | | | | |
| 50 | 30 | | | 180 | 150 | | | 50 | 70 | | | | | |
| 52 | 32 | | | 200 | 160 | 20 | 4,0 | 55 | 75 | | | | | |
| 60 | 36 | 12 | | 210 | 170 | | | 65 | 85 | | | | | |
| 65 | 40 | 12,5 | | 220 | 180 | | | 75 | 100 | 12 | 6 | 8 | 9 | 1,2 |
| 70 | 45 | | | 230 | 190 | | | 90 | 115 | | | | | |
| 75 | 50 | | | 240 | 200 | | | 105 | 130 | | | | | |
| 80 | 55 | | | 250 | 210 | | | 120 | 150 | 16 | 8 | 10 | 4 | 2 |
| 85 | 60 | | | 260 | 220 | | | 125 | 155 | | | | | |
| 90 | 65 | | | 270 | 230 | | | 150 | 180 | | | | | |
| 95 | 70 | | | 280 | 240 | | | 165 | 200 | 20 | 10 | 12 | 5 | 2,5 |
| 100 | 75 | | | 290 | 250 | | | 175 | 210 | | | | | |
| 110 | 85 | | | 300 | 260 | | | 210 | 235 | | | | | |

## Манжеты резиновые для цилиндров




| $D$ | $d_0$ | $d$ | $h$ | $s$ | $D$ | $d_0$ | $d$ | $h$ | $s$ | $D$ | $d_0$ | $d$ | $h$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 32 | 11 | | | 70 | 74 | 45 | 8 | | 150 | 156 | 120 | | |
| 32 | 34 | 12 | | | 75 | 78 | 48 | | | 160 | 166 | 130 | | 3,5 |
| 35 | 37 | 15 | | | 80 | 84 | 50 | 10 | 2,5 | 170 | 176 | 130 | 14 | |
| 38 | 40 | 18 | | | 85 | 89 | 55 | | | 180 | 186 | 140 | | |
| 40 | 43 | 20 | 7 | 2 | 90 | 95 | 60 | | | 190 | 196 | 150 | | |
| 42 | 45 | 22 | | | 95 | 100 | 65 | 12 | | 200 | 208 | 160 | | |
| 45 | 48 | 25 | | | 100 | 105 | 70 | | 3 | 210 | 218 | 170 | | |
| 48 | 51 | 28 | | | 105 | 110 | 75 | | | 220 | 228 | 180 | | 4 |
| 50 | 53 | 30 | | | 110 | 116 | 80 | | | 240 | 248 | 200 | 17 | |
| 52 | 55 | 32 | 8 | | 120 | 125 | 90 | | | 250 | 258 | 205 | | |
| 55 | 58 | 35 | | | 125 | 131 | 95 | 14 | | 260 | 268 | 215 | | |
| 60 | 53 | 38 | | | 130 | 136 | 100 | | 3,5 | 280 | 288 | 235 | | |
| 65 | 58 | 40 | | | 140 | 146 | 110 | | | 300 | 309 | 255 | 20 | 4,5 |

**Воротники резиновые для штоков**




| d | $d_0$ | D | h | s | d | $d_0$ | D | h | s | d | $d_0$ | D | h | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 8 | 28 | 6 | 2 | 45 | 40 | 70 | 12 | 3 | 100 | 94 | 130 | 14 | 3,5 |
| 12 | 10 | 30 | | | 48 | 43 | 73 | | | 105 | 99 | 135 | | |
| 16 | 13 | 35 | 8 | | 50 | 45 | 75 | 14 | 3,5 | 110 | 102 | 140 | 17 | 4 |
| 18 | 15 | 38 | | | 52 | 46 | 82 | | | 120 | 112 | 155 | | |
| 20 | 17 | 40 | | | 55 | 49 | 85 | | | 125 | 117 | 160 | | |
| 25 | 21 | 45 | | 2,5 | 60 | 54 | 90 | | | 130 | 122 | 165 | | |
| 28 | 24 | 48 | 10 | | 65 | 59 | 95 | | | 140 | 132 | 175 | | |
| 30 | 26 | 50 | | | 70 | 64 | 100 | | | 150 | 142 | 190 | | |
| 32 | 28 | 57 | | 3 | 75 | 69 | 105 | | | 160 | 152 | 200 | | |
| 35 | 30 | 60 | | | 80 | 74 | 110 | | | 170 | 162 | 210 | | |
| 38 | 33 | 63 | 12 | | 85 | 79 | 115 | | | 180 | 172 | 220 | | |
| 40 | 35 | 65 | | | 90 | 84 | 120 | | | 190 | 182 | 230 | | |
| 42 | 37 | 67 | | | 95 | 89 | 125 | | | 200 | 192 | 240 | | |

# СОДЕРЖАНИЕ


Предисловие . . . . . 3

**1. Общие положения** . . . . . 4

1.1. Организация производства ревизии и наладки подъемных установок . . . 4
1.2. Порядок проведения наладочных работ . . . . . 6
1.3. Контрольные испытания . . . . . 7

**2. Ревизия и наладка механической части подъемных установок** . . . . . 8

2.1. Подъемные сосуды . . . . . 8
2.2. Подвесные (прицепные) устройства . . . . . 8
2.3. Парашютные устройства . . . . . 8
2.4. Подъемные канаты . . . . . 8
2.5. Копровые и отклоняющие шкивы . . . . . 10
2.6. Барабаны и канатоведущие шкивы . . . . . 11
2.6.1. Барабаны цилиндрические и бицилиндроконические . . . . . 11
2.6.2. Канатоведущие шкивы . . . . . 12
2.7. Механизмы перестановки барабанов . . . . . 12
2.7.1. Червячные механизмы перестановки . . . . . 12
2.7.2. Зубчатые рычажные механизмы перестановки . . . . . 13
2.7.3. Зубчатые безрычажные механизмы перестановки . . . . . 16
2.7.4. Общие указания по перестановке барабанов . . . . . 21
2.8. Редукторы . . . . . 21
2.8.1. Ревизия и наладка редуктора (без вскрытия крышки) . . . . . 21
2.8.2. Ревизия и наладка редуктора (со вскрытием крышки) . . . . . 24
2.8.3. Ревизия и наладка подпружиненного редуктора . . . . . 25
2.9. Валы, подшипники и соединительные муфты . . . . . 25
2.9.1. Ревизия и наладка подшипников скольжения валов . . . . . 25
2.9.2. Ревизия и наладка подшипников качения . . . . . 28
2.9.3. Ревизия и наладка соединительных муфт . . . . . 30
2.10. Проверка соосности валов . . . . . 31
2.10.1. Проверка соосности валов подпружиненных редукторов . . . . . 41
2.10.2. Установка трехопорного вала . . . . . 44
2.11. Ревизия и наладка маслосмазки . . . . . 45
2.12. Механические указатели глубины . . . . . 47

**3. Ревизия и наладка тормозных устройств** . . . . . 48

3.1. Требования к тормозным устройствам . . . . . 48
3.2. Поверочный расчет тормоза . . . . . 50
3.2.1. Определение статических натяжений ветвей канатов, максимальной разности статических натяжений и статических моментов нагрузки подъемных машин . . . . . 51
3.2.2. Выбор тормозных моментов . . . . . 58
3.2.3. Расчет параметров тормозных приводов . . . . . 65
3.3. Тормозной обод и исполнительный орган тормоза . . . . . 71
3.3.1. Тормозной обод . . . . . 71
3.3.2. Тормозные колодки (фрикционные накладки) . . . . . 72
3.3.3. Методические указания по установке эластичных прокладок между фрикционными накладками (колодками) и тормозными балками . . . . . 73
3.3.4. Рычажно-шарнирный механизм . . . . . 74
3.3.5. Регулировка исполнительного органа тормоза . . . . . 75
3.4. Грузовой привод тормоза . . . . . 80
3.4.1. Устройство и принцип действия . . . . . 80
3.4.2. Ревизия и наладка тормоза с грузовым приводом . . . . . 83
3.5. Грузогидравлический привод тормоза . . . . . 84
3.5.1. Устройство и принцип действия . . . . . 84
3.5.2. Ревизия и наладка тормоза с грузогидравлическим приводом . . . . 85
3.6. Пружинно-гидравлический привод тормоза . . . . . 100
3.6.1. Устройство и принцип действия . . . . . 100
3.6.2. Ревизия и наладка тормоза с пружинно-гидравлическим приводом . . . 103
3.7. Пружинно-пневматические приводы тормоза . . . . . 109
3.7.1. Устройство и принцип действия . . . . . 109
3.7.2. Ревизия и наладка тормозов с пружинно-пневматическими приводами 112
3.8. Грузопневматический привод тормоза . . . . . 124
3.8.1. Устройство и принцип действия . . . . . 124
3.8.2. Ревизия и наладка тормозов с грузопневматическим приводом . . . . 128
3.9. Устройства избирательного предохранительного торможения и ограничителя тормозного момента . . . . . 149
3.9.1. Устройство, основанное на задержке отключения тормозного магнита 149
3.9.2. Устройство, основанное на гидравлическом подпоре золотника крана предохранительного торможения . . . . . 151
3.9.3. Демпфер рабочего тормоза подъемных машин НКМЗ . . . . . 153
3.10. Испытание тормозных устройств . . . . . 154
3.10.1. Общие положения . . . . . 154
3.10.2. Осциллографирование процесса предохранительного торможения . . . 155

3.10.3. Особенности испытания тормозов наклонных подъемных установок 157
3.10.4. Устройство для измерения величины набегания вагонеток (сосудов) на канат 159
3.10.5. Особенности испытания тормозов подъемных установок со шкивами трения 160
3.10.6. Особенности испытания тормозных устройств подземных подъемных установок 162

**4. Ревизия и наладка электрической части подъемных установок** 163

4.1. Распределительные устройства (РУ) 163
4.1.1. Разъединители 164
4.1.2. Приводы к разъединителям 166
4.1.3. Трансформаторы тока (ТТ) 167
4.1.4. Трансформаторы напряжения (ТН) 168
4.1.5. Масляные выключатели до 10 кВ 168
4.1.6. Приводы к масляным выключателям до 10 кВ 177
4.2. Электрические машины 193
4.2.1. Объем ревизии, наладки и испытаний 193
4.2.2. Проверка правильности включения обмоток 194
4.2.3. Ревизия и наладка щеточного аппарата, коллектора и контактных колец 198
4.2.4. Измерение и регулировка воздушного зазора 200
4.2.5. Измерение сопротивления постоянному току обмоток 201
4.2.6. Проверка сопротивления изоляции 202
4.2.7. Сушка электрических машин 203
4.3. Аппаратура управления подъемными установками 203
4.3.1. Контакторно-релейная аппаратура (КРА) 203
4.3.2. Высоковольтные реверсоры 214
4.3.3. Сельсинные указатели глубины 218
4.3.4. Командоаппараты бесконтактные 221
4.3.5. Электрические самопишущие скоростемеры 224
4.3.6. Командоаппараты и командоконтроллеры кулачковые 227
4.3.7. Конечные выключатели механические (контактные) 228
4.3.8. Конечные выключатели бесконтактные 229
4.3.9. Путевые программные аппараты 238
4.3.10. Электрические регуляторы давления 249
4.3.11. Электроклапанные устройства 263
4.4. Управление асинхронным приводом 271
4.4.1. Общие указания по ревизии и наладке схем управления 271
4.4.2. Расчет роторных сопротивлений 272
4.4.3. Ревизия и наладка роторных сопротивлений 277
4.4.4. Наладка схемы полуавтоматического разгона подъемного двигателя 278
4.4.5. Электродинамическое торможение 285
4.4.6. Наладка комплекта электрооборудования для управления подземными подъемными машинами и лебедками 289
4.5. Управление приводом постоянного тока 295
4.5.1. Ревизия и наладка схемы управления и защиты синхронного двигателя и преобразовательного агрегата 295
4.5.2. Привод Г—Д с ЭМУ поперечного поля и промежуточным магнитным усилителем 296
4.5.3. Привод Г—Д с промежуточным и силовым магнитными усилителями 303
4.6. Автоматизация подъемных установок 305
4.6.1. Требования к автоматизированным подъемным установкам 305
4.6.2. Наладка автоматизированных подъемных установок 307
4.6.3. Описание работы и методика наладки отдельных устройств схемы автоматизации 308
4.6.4. Описание работы и методика наладки схемы автоматизации подъемной установки с асинхронным приводом 321
4.7. Защитные и блокировочные устройства 331
4.7.1. Требования к схемам защиты и блокировок 331
4.7.2. Защита двигателей переменного тока 333
4.7.3. Защита двигателей постоянного тока 338
4.7.4. Защита от переподъема 340
4.7.5. Защита от превышения скорости 345
4.7.6. Защита от провисания струны и напуска каната 363
4.7.7. Защита при проскальзывании канатов приводного шкива трения 365
4.7.8. Блокировки в схеме управления подъемной машины 367
4.7.9. Дополнительные защиты и блокировки на подъемных установках с динамическим торможением 372
4.7.10. Дополнительные защиты и блокировки на автоматизированных подъемных установках 373
4.7.11. Контроль сопротивления изоляции цепей управления и защиты 374
4.7.12. Сигнализация о срабатывании аппаратов защиты 376
4.8. Стволовая сигнализация 376
4.9. Защитное заземление 379

Список литературы 380

Приложения 381

**Виктор Романович Бежок**
**Борис Николаевич Чайка**
**Николай Федорович Кузьменко и др.**

**РУКОВОДСТВО ПО РЕВИЗИИ, НАЛАДКЕ И ИСПЫТАНИЮ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК**

Редактор издательства Е. Г. Вороновская
Переплет художника В. П. Христинина
Художественный редактор О. Н. Зайцева
Технический редактор А. Е. Матвеева
Корректор Е. В. Мухина
ИБ № 4816

Сдано в набор 27.10.81. Подписано в печать 29.03.82. Т-02492.
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная».
Печать высокая. Усл. п. л. 24,5. Усл. кр.-отт. 24,5. Уч.-изд. л. 34,74.
Тираж 18 000 экз. Заказ № 731/8796—12. Цена 2 р.

Ордена «Знак почета» издательство «Недра»,
103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
издательств, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

gost.e-ecolog.ru