НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ ВостНИИ

Министерство угольной промышленности СССР
ВОСТОЧНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ
В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВостНИИ

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО

по монтажу и эксплуатации контактных сетей подземного транспорта

КЕМЕРОВО

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВостНИИ

СОГЛАСОВАНО

с Госгортехнадзором СССР

"I " декабря 1987 г.

УТВЕРЖДЕНО

Начальником Главного Управления охраны труда, техники безопасности и горноспасательных частей Минуглепрома СССР

Сморчковым Ю.П.

" 2 " декабря 1987 г.

ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО

по монтажу и эксплуатации контактных сетей подземного транспорта

Кемерово 1988

УДК 622.62:621.332

Руководство по монтажу и эксплуатации контактных сетей подземного транспорта разработано в развитие основных положений действующих "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" (ПБ), "Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом" (ЕПБ), "Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт" (ПТЭУ) и направлено на обеспечение безопасной и безаварийной эксплуатации шахтных тяговых сетей электровозной откатки.

Настоящее 2-е издание Руководства переработано и дополнено с учётом предложений производственных объединений по добыче угля в соответствии с изменениями, внесенными в действующие ПБ в части безопасного применения контактной откатки в подземных условиях, а также с учётом замечаний и предложений, представленных проектными институтами, угольными шахтами и другими заинтересованными предприятиями.

В Руководстве изложены основные правила монтажа и эксплуатации контактной сети, а также мероприятия, направленные на улучшение ее состояния, повышение уровня сопротивления изоляции контактного провода, снижение электрического сопротивления рельсовых путей и сроков профилактических испытаний отдельных элементов сети.

Руководство предназначено для работников проектных, монтажных и эксплуатирующих контактные сети организаций угольной и сланцевой промышленности.

С вводом настоящего Руководства действие "Временного руководства по монтажу и эксплуатации контактных сетей подземного транспорта" издания 1978 г. прекращается.

В переработке Руководства принимали участие: от ВостНИИ Анохин В.П., Баскаков В.И., Ильин Ю.Н., Каймаков А.А., Климова Л.С., Тыртышный П.И.; от МакНИИ Колосик В.П., Коптиков В.П., Пронь В.В., Радюков В.В., Товстик Ю.В.; от ПШИ Милонов А.Н.; от ДонУГИ Арутюнов В.М.; от Минуглепрома СССР Чубаров Л.А.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее Временное руководство распространяется на монтаж и эксплуатацию контактных сетей постоянного тока напряжением до 300 В в подземных условиях и на поверхности угольных и сланцевых шахт.

Руководство не распространяется на карьерные сети контактной откатки.

I.2. При устройстве и эксплуатации контактных сетей необходимо руководствоваться требованиями действующих "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" (ПБ), "Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт" (ПТЭ) и настоящего руководства во всем неоговоренном в указанных выше правилах.

I.3. К работе на контактной сети допускается персонал, знающий её схему, должностные и эксплуатационные инструкции и прошедший проверку "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ) и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТБ) и имеющий квалификационную группу по технике безопасности в соответствии с гл.8.

I.4. Ремонтные работы на контактной сети должны производиться по наряду или устному распоряжению с записью в журнале.

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СХЕМАМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

2.I. Питание контактной сети может осуществляться как по схеме централизованного, так и по схеме децентрализованного электроснабжения. В первом случае все участки контактной сети получают питание от общей центральной тяговой подстанции, во втором - каждый участок получает питание от одной из участковых тяговых подстанций, размещенных по длине контактной сети.

Принципиальные схемы питания контактных сетей показаны на рис. 2.I.

При централизованной схеме питания (рис.2.I,а) каждый участок контактной сети рекомендуется присоединять к шинам тяговой подстанции отдельными питающими и отсасывающими кабелями.

2.2. Каждая линия (фидер), отходящая от тяговой подстанции

(рис.2.I,а), должна быть оборудована автоматическим выключателем, обеспечивающим отключение участка сети при коротком замыкании.

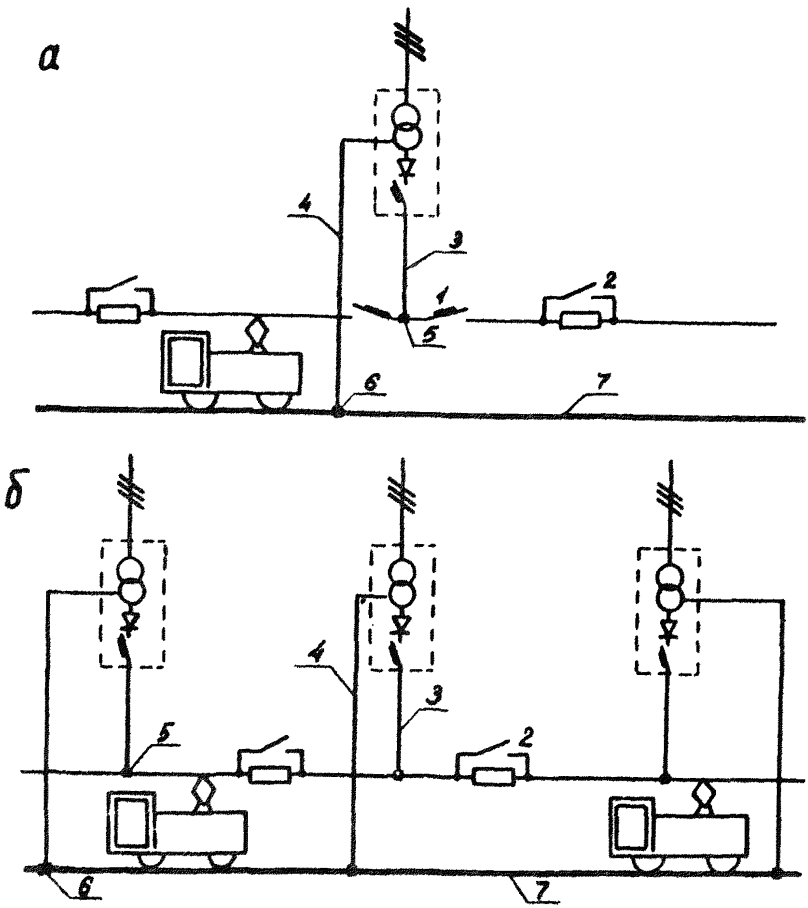

Рис.2.I. Принципиальные схемы питания подземных тяговых сетей:

а – схема централизованного питания; б – схема децентрализованного питания;

I–автоматический фидерный выключатель; 2–секционный выключатель; 3–питающий кабель; 4–отсасывающий кабель; 5–питающий пункт; 6–отсасывающий пункт; 7–рельсовый путь

Временно, до серийного производства автоматических выключателей постоянного тока, допускается применение автоматических фидерных выключателей типа АФВ.

Применение устройств автоматического повторного включения (АПВ) сети допускается только при наличии блокировочного реле утечки (БРУ).

Оборудование контактных сетей устройствами защиты от утечек тока должно производиться по мере освоения производства указанной аппаратуры. Сроки оснащения определяются Минуглепромом СССР по согласованию с Госгортехнадзором СССР и ЦК профсоюза рабочих угольной промышленности.

2.3. Контактные провода двухколейных и многоколейных участков сети должны быть изолированы друг от друга не менее чем двумя изоляторами в каждой точке подвески. Параллельное их соединение допускается только при помощи выключателей.

2.4. Для увеличения токовых нагрузок и повышения надежности срабатывания защиты от коротких замыканий контактную сеть рекомендуется выполнять двойным контактным проводом.

2.5. Для повышения безопасности и надежности работы контактной сети на всех ответвлениях контактного провода от основной магистрали должны устанавливаться автоматические выключатели, обеспечивающие отключение защищаемого участка сети при возникновении перегрузок и токов короткого замыкания.

2.6. Питание осветительных устройств от контактной сети не допускается.

От контактной сети могут питаться находящиеся в эксплуатации устройства, например привод стрелочного перевода, если это предусмотрено их заводскими инструкциями.

3. ТЯГОВЫЕ ПОДСТАНЦИИ
(Общие сведения)

3.1. Тяговые подстанции постоянного тока (ТП) служат для питания электроэнергией контактных электровозов. Они состоят из одной или нескольких преобразовательных установок, работающих параллельно или раздельно. В оборудование ТП входят силовые трансформаторы, преобразовательные установки и защитно-коммутационная аппаратура.

3.2. Рудничные тяговые подстанции оборудуются защитной и ком-

мутационной аппаратурой со стороны переменного и постоянного тока. На стороне переменного тока тяговых преобразователей в угольных шахтах устанавливают взрывобезопасные распределительные ячейки типа РВД-6, РВДМ-6 или КРУВ-6. Для защиты тяговых преобразовательных подстанций от коротких замыканий (к.з) и недопустимых перегрузок на стороне выпрямленного тока применяются автоматические выключатели. На рис.3.I приведена принципиальная схема тяговой подстанции с двумя преобразовательными агрегатами типа АТП500/275М, выполненных на кремниевых вентилях.

Электрическая схема АТП 500/275М обеспечивает работу преобразовательной подстанции без постоянного обслуживающего персонала при дистанционном управлении. В агрегатах АТП токи к.з. ограничиваются реакторами. Защите от внешних к.з. и недопустимых перегрузок осуществляется обычным (небыстродействующим) автоматическим выключателем типа АВ-IОБ со встроенным реле, реагирующим на величину падения напряжения на зажимах реакторе в цепи постоянного тока. В качестве резервной защиты на отключение автомата используется его максимальный расцепитель (с регулируемой уставкой срабатывания), а также реле токовой отсечки. Подстанция оборудована устройством автоматического повторного включения АПВ.

Примечание. При отсутствии блокировочного реле утечки автоматическое повторное включение не допускается.

3.3. Тяговая подстанция обычно располагается в камере центральной подземной подстанции, находящейся в околоствольном дворе шахты. Однако в зависимости от принятой схемы электроснабжения и расположения выработок она может размещаться в отдельной камере, а также на поверхности шахты.

4. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА КОНТАКТНОЙ СЕТИ

4.I. Основные элементы сети

4.I.I. Контактная тяговая сеть состоит из контактных проводов, рельсовых путей с электрическими соединениями между рельсами, питающей и отсасывающей кабельных линий, узлов секционирования, защитной и коммутационной аппаратуры, устройств ограждения контактного провода и подвесной арматуры.

4.I.2. В качестве контактного провода должны применяться про-

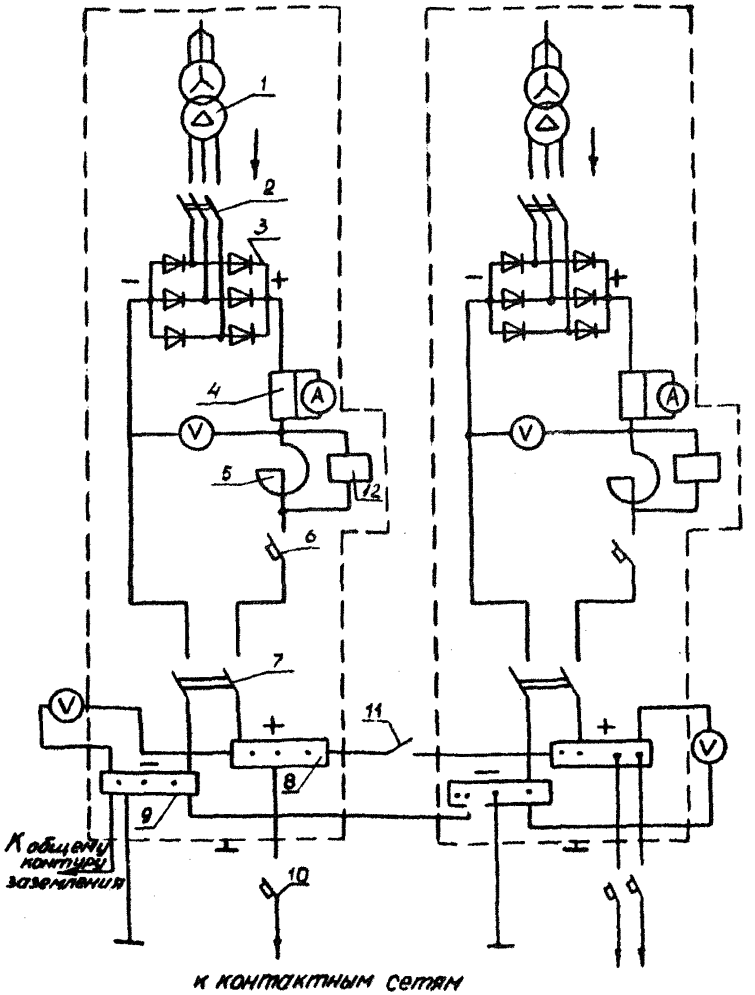

Рис.3.I. Принципиальная схема тяговой подстанции постоянного тока с преобразователями типа АТП 500/275М:
I-силовой трансформатор типа ТМЭ-I80/I0; 2-разъединитель трехфазный; 3-блок выпрямительный; 4-шунт; 5-реле; 6-автоматический выключатель; 7-двухполюсный разъединитель; 8-плюсовая шина; 9-минусовая шина; I0-автоматический выключатель постоянного тока; II-разъединитель; I2-реле защиты по скорости нарастания тока

филированные медные провода марки МФ (провод контактный медный фасонный) или МФО (провод контактный медный фасонный овальный).

Основные технические данные проводов марки МФ и МФО по ГОСТ 2584-75 приведены в приложении I, табл.I.I. Форма сечения проводов показана на рис.4.I. Плотность тока в контактном проводе не должна превышать 7 А/мм^2.

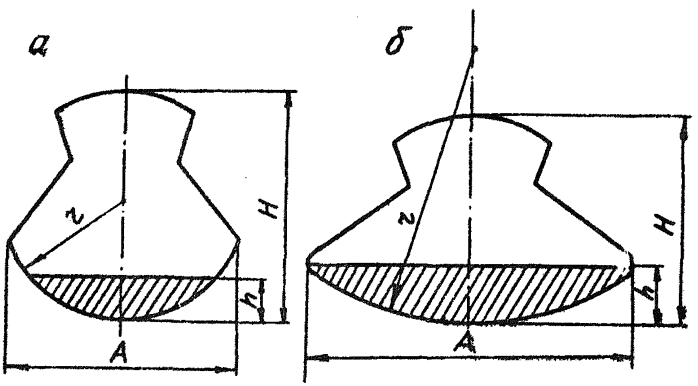

Рис.4.I. Форма сечения контактных проводов:

а – провод контактный фасонный МФ; б – провод контактный фасонный овальный МФО

Штриховкой отмечен допустимый износ провода

4.I.3. Рельсовый путь служит в качестве обратного токопровода. Основные технические данные рельсов, применяемых при откатке контактными электровозами, приведены в приложении I, табл.I.2.

4.I.4. Для подвода электроэнергии к контактным сетям должны применяться бронированные или гибкие кабели, рассчитанные на напряжение до II40 В, с оболочками или защитными покровами, не распространяющими горение, и допущенные к применению в шахтах.

Гибкие кабели, проложенные по выработке ниже габаритов подвижного состава, должны быть защищены от внешних механических воздействий.

В табл.I.3 (см.приложение I) приведены величины предельно допустимых токовых нагрузок на кабели с медными жилами (согласно

принятым в Правилах устройств электроустановок (ПУЭ) издания 1985 г.).

Для параллельно соединенных жил допустимая токовая нагрузка принимается как и для одножильного кабеля с сечением жилы, равным сумме сечений параллельно соединенных токопроводящих жил.

Сечения токоведущих жил кабелей должны выбираться по наибольшему длительно допустимому току нагрузки и проверяться по термической устойчивости к току к.з.

4.2. Подвеска контактного провода

а) Общие требования

4.2.I. Эластичная подвеска контактного провода (рис.4.2) осуществляется путем крепления подвесной арматуры к поперечным поддерживающим тросам (оттяжкам), закрепленным на стенках выработки. В выработках с деревянным креплением оттяжки подвешиваются на крюках, наглухо укрепленных в боковых стойках (рис.4.2,а). Натяжение оттяжки и подвеска провода регулируются натяжными муфтами, установленными с одной стороны поперечных оттяжек, или другими аналогичными устройствами.

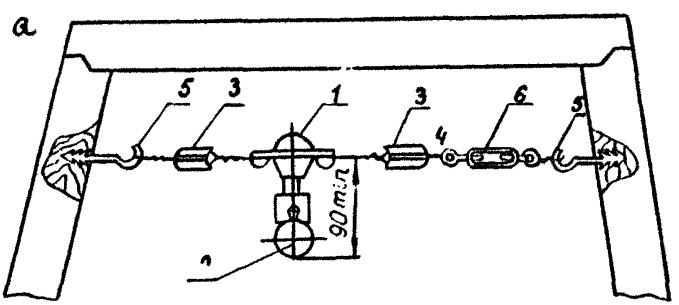

Рис.4.2,а. Эластичная подвеска контактного провода при деревянном креплении выработки:
I-троллеедержатель; 2-контактный провод; 3-изолятор; 4-оттяжка; 5-крюк неподвижный; 6-муфта натяжная

При бетонном и металлическом арочном креплении оттяжки подвешиваются в первом случае на крюки, заделанные в стенки выра-

ботки (рис.4.2,б), во втором – крепятся хомутами к арочной крепи (рис.4.2, в). По согласованию с ВостНИИ или с МакНИИ допускается подвешивать оттяжки к звеньям стальной цепи, приваренным к арочной крепи (рис.4.2,в), или другими способами.

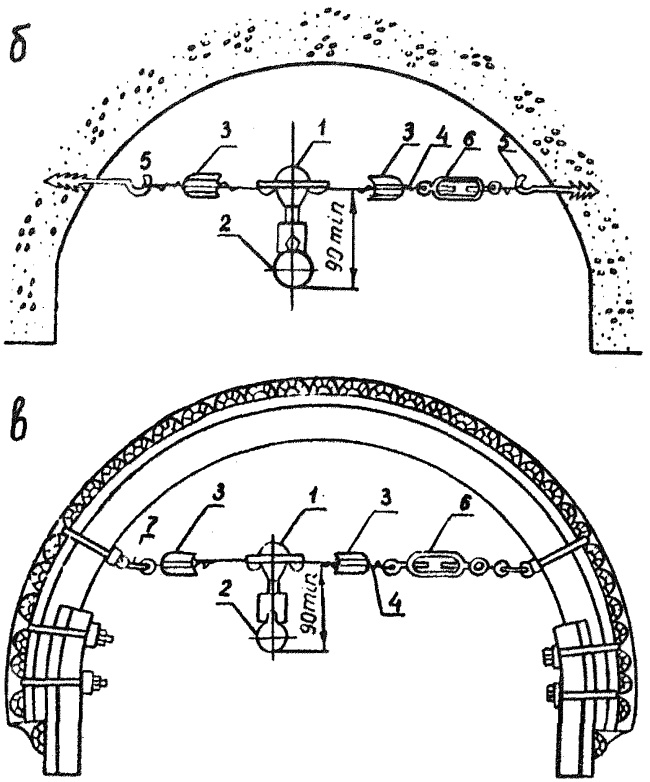

Рис.4.2. Эластичная подвеска контактного провода:
б – при бетонном (кирпичном) креплении выработки; в – при арочной металлической крепи;

1-троллеедержатель; 2-контактный провод; 3-изолятор;4-оттяжка; 5-крюк неподвижный; 6-муфта натяжная; 7-хомут или приварное звено скребковой цепи

Регулировка натяжения осуществляется как и при деревянном креплении. В случае регулировки натяжения контактного провода натяжными муфтами ход резьбы рекомендуется принимать 150–200 мм.

При жесткой подвеске подвесная арматура крепится непосредственно к деревянному перекрытию, кирпичному или бетонному своду выработки (см.рис.4.6, сечение А-А).

4.2.2. На прямолинейных участках пути подвеска контактного провода для дуговых токоприемников выполняется зигзагообразно. Схема зигзага показана на рис.4.3. Отклонение контактного провода от оси пути вправо и влево не должно превышать 0,25 рабочей ширины токоприемника. Шаг зигзага принимается равным двум-четырем пролетам контактного провода.

Для штанговых токоприемников подвеску контактного провода допускается производить как по оси пути, так и сбоку от нее. При этом контактный провод рекомендуется подвешивать без зигзага.

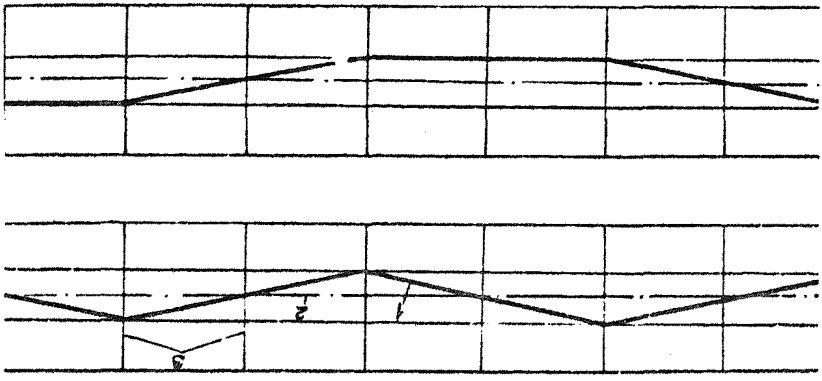

Рис.4.3. Схема выполнения зигзага при подвеске контактного провода:
1–контактный провод; 2–ось пути; 3–оттяжка

4.2.3. В местах погрузки полезных ископаемых или породы допускается смещение контактного провода в сторону от погрузочного пункта относительно оси пути, но не более, чем на 0,4 рабочей ширины дугового токоприемника (рис.4.4).

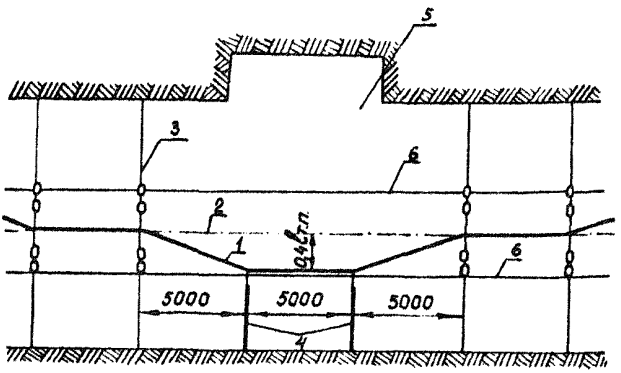

Рис.4.4. Подвеска контактного провода на участке погрузочного пункта:
I-контактный провод; 2-ось пути; 3-оттяжка; 4-консоль; 5-погрузочный пункт; 6-рельс

4.2.4. Натяжение контактного провода рекомендуется принимать не менее 50 Н/мм^2, но не более 70 Н/мм^2:

Сечение провода, мм^2	Натяжение контактного провода, Н/мм^2
65	3250-4550
85	4250-5950
I00	5000-7000

4.2.5. На поверхности и на территории промышленной площадки, в местах пересечения проезжих и пешеходных дорог контактный провод должен прерываться. Электрическое соединение концов контактного провода осуществляется перемычкой из бронированного или гибкого кабеля, проложенного на высоте не менее 3,2 м.

4.2.6. В местах перехода через вентиляционные и противопожарные двери контактный провод должен прерываться или надежно изолироваться. Непрерывность электрической цепи при разрыве контактного провода должна осуществляться перемычкой из бронированного или гибкого кабеля в шланговой оболочке, не распространяющей горение.

Примерное выполнение перехода контактного провода через вентиляционные (противопожарные) двери показано на рис.4.5. Уст-

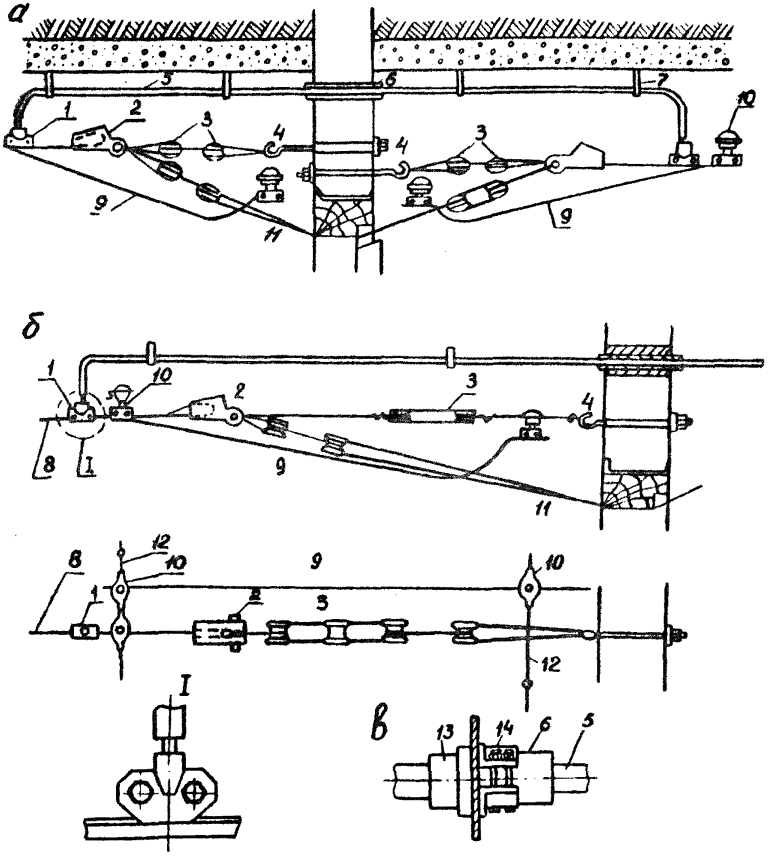

Рис.4.5. Примерное выполнение перехода контактного провода через вентиляционные двери:

а – общий вид; б – узел перехода контактного провода через вентиляционные двери; в – узел перехода контактного провода через металлическую перемычку;

I-зажим питающий; 2-концевой зажим; 3-изолятор; 4-натяжной крюк; 5-кабель гибкий соединительный; 6-труба, уплотненная глиной; 7-подвеска кабеля; 8-контактный провод; 9-отбойное устройство; I0-подвесное устройство с зажимом; II-направляющий провод; I2-оттяжка; I3-фланец; I4-разъемный фланец

ройство перехода, соединяющего контактный провод кабеля через металлическую перемычку выработки, показано на рис.4,5,в.

На расстоянии I,5-2 м от дверей контактный провод прерывается и концы его заводятся в концевые зажимы 2, которые через орешковые или такелажные изоляторы 3 навешиваются на натяжном крюке 4, закрепленном выше двери.

Для отжима токоприемника от проводов предусмотрено отбойное устройство 9, представляющее собой отрезок контактного провода, закрепленный в троллеедерж телях.

Направляющий провод II предохраняет токоприемник от ударов при проходе электровоза через двери.

4.2.7. При высоком дверном проеме допускается не прерывать контактный провод, а подвешивать его жестко к потолочной балке двери при помощи опорного изолятора с подвесным зажимом.При этом высота подвески контактного провода от головки рельса должна быть не менее I,8 м. Пример непрерывной подвески контактного провода при переходе через противопожарную (вентиляционную) дверь показан на рис.4.6. В месте прохода контактного провода в створках двери устраивается окно, внутренние кромки которого обшиваются изоляционным материалом. Расстояние от контактного провода до образующих окна должно быть не менее I20 мм.

4.2.8. При пересечении контактного провода с канатами,кабелями, трубами и т.п. последние должны быть надежно отшиты щитами или решетками из изоляционного материала. Щиты не должны соприкасаться ни с проводом, ни с кабелями, ни с металлическими канатами или с трубами.

4.2.9. Изоляция контактного провода осуществляется путем применения троллеедержателей с изолированным болтом и установки в оттяжках орешковых, пружечных или др.типа изоляторов,рассчитанных на усилие не менее I500 Н.

4.2.I0. В местах крепежа должно устанавливаться не менее двух изоляторов на каждую сторону оттяжки.

Расстояние от троллеедержателя до ближнего изолятора в оттяжке рекомендуется принимать не более 200 мм. Расстояние от контактного провода до оттяжки в вертикальной плоскости должно быть не менее 90 мм.

4.2.II. Запрещается навешивать или продолжать эксплуатацию контактного провода, износ которого превышает указанный в прило-

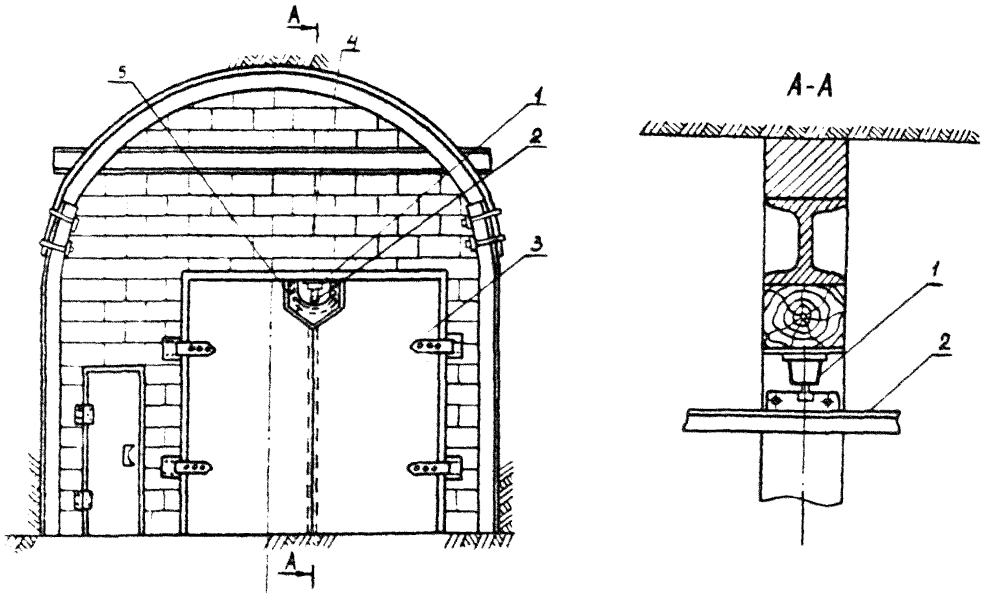

Рис.4.6. Пример выполнения беспрерывного перехода контактного провода через противопожарные (вентиляционные)двери:

I-потолочный подвес (опорный изолятор с подвесным зажимом); 2-контактный провод; 3-металлическая дверь; 4-вырез в двери; 5-обшивка из изоляционного материала

жении I (табл.I.4).

б) Подвесная арматура и правила монтажа контактного провода

4.2.I2. Подвеска контактного провода осуществляется при помощи подвесной арматуры: подвесных устройств, крепежных крюков, натяжных муфт, клиновых концевых зажимов, изоляторов, питающих и соединительных зажимов, стыковых клемм, коушей, оттяжек. Примерные и рекомендуемые конструкции элементов подвесной арматуры приведены на рис.4.7-4.I9.

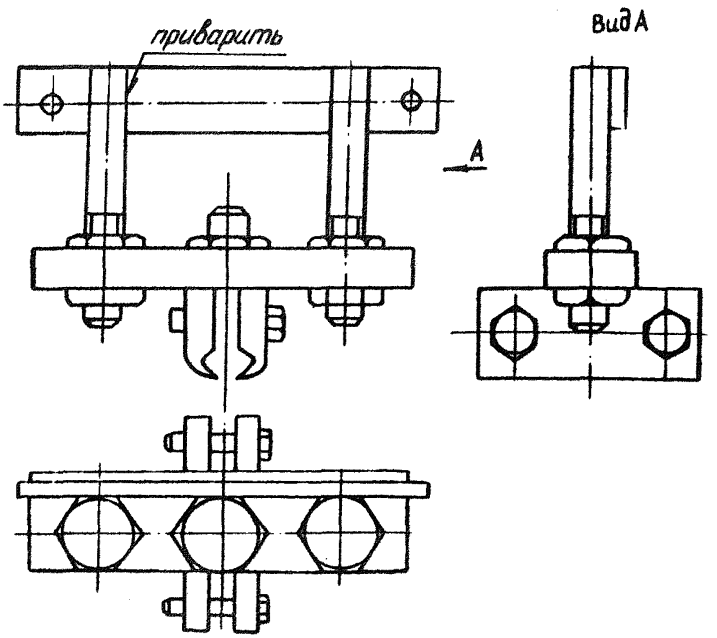

Рис.4.7. Универсальный троллеедержатель

Для увеличения расстояния по высоте от контактного провода до оттяжек применяются троллеедержатели с удлиненной подвеской (рис.4.8).

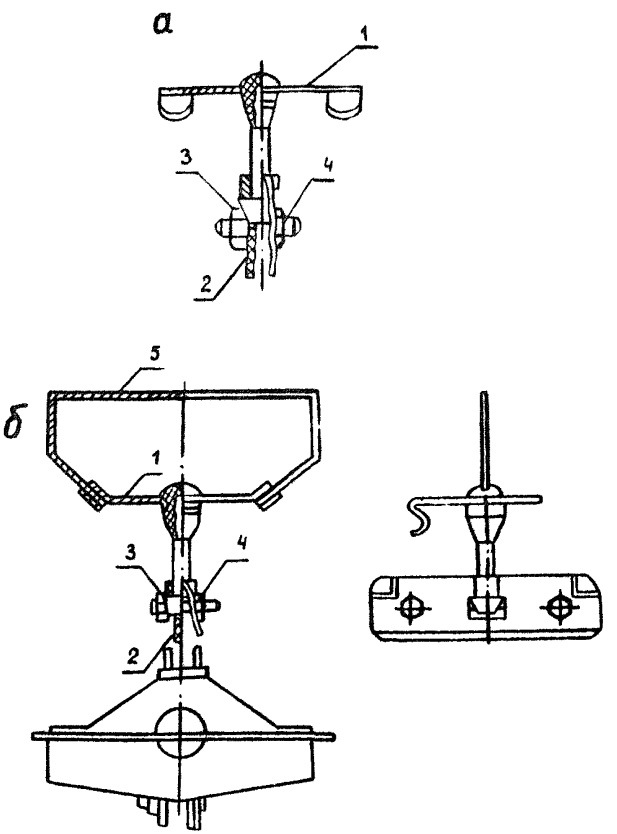

Рис.4.8. Троллеедержатель:
а – нормальный; б – удлиненный;
I–корпус; 2–щека; 3–зажим; 4–гайка; 5–скоба

Удлинение подвески достигается путем сварки подвесной скобы к основанию троллеедержателя.

4.2.I3. Для оттяжек должна применяться стальная проволока диаметром 5–6 мм с сопротивлением разрыву не менее I000Н. Для предохранения от коррозии оттяжки должны покрываться специальным лаком или же должна применяться оцинкованная проволока.

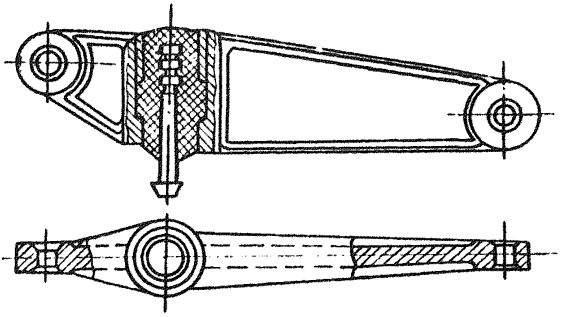

Рис.4.9. Подвес двухплечий

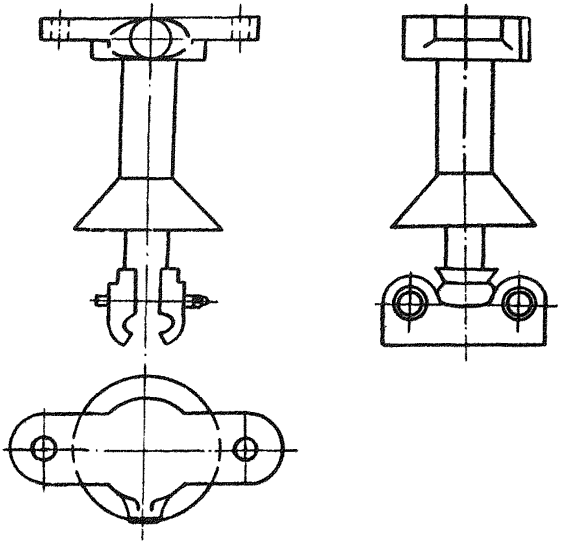

Рис.4.I0. Потолочный (опорный) изолятор с подвесным зажимом

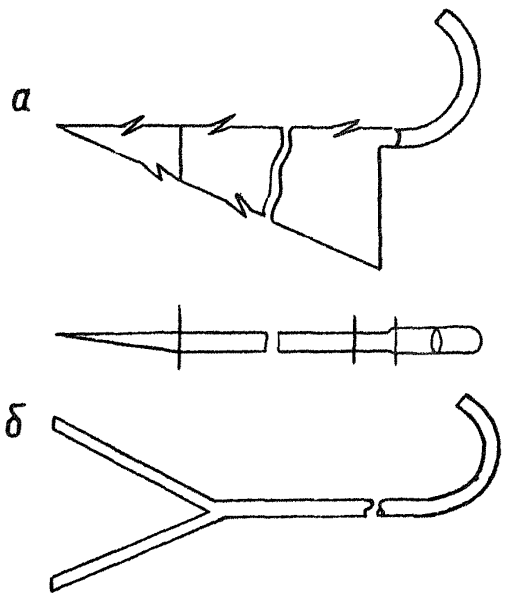

Рис.4.II. Крепёжный крюк:
а – для деревянной крепи; б – для бетонной крепи

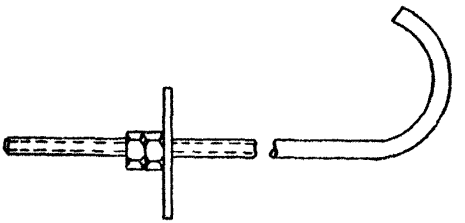

Рис.4.I2. Крепёжный крюк с гайкой

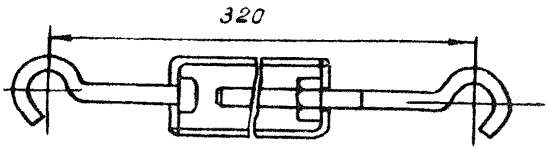

Рис.4.I3. Натяжная муфта

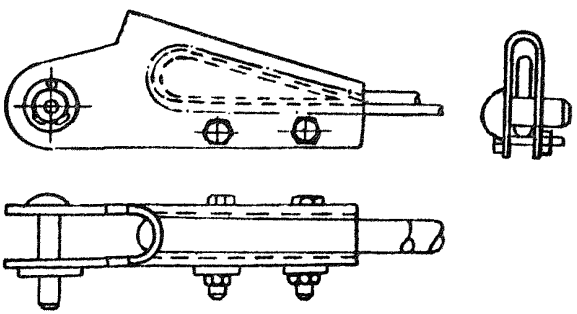

Рис.4.I4. Клиновой концевой зажим

С целью увеличения сопротивления изоляции контактной сети в условиях обильного капежа рекомендуется стальную проволоку (оттяжку) полностью или её участок, охватывающий подвесной изолятор, изолировать при помощи полихлорвиниловой трубки.

4.2.I4. Контактный провод от земли должен иметь минимум двойную изоляцию. Первичная изоляция провода осуществляется при помощи подвесных троллеедержателей с изолированным болтом и вторичная при помощи орешковых или другого типа изоляторов в оттяжках. Применяемые изоляторы не должны иметь трещин, сколов и других повреждений.

4.2.I5. До начала производства работ по монтажу контактной сети необходимо проверить:

а) габариты откаточных выработок;

б) соответствие оборудования, арматуры, инструмента и при-

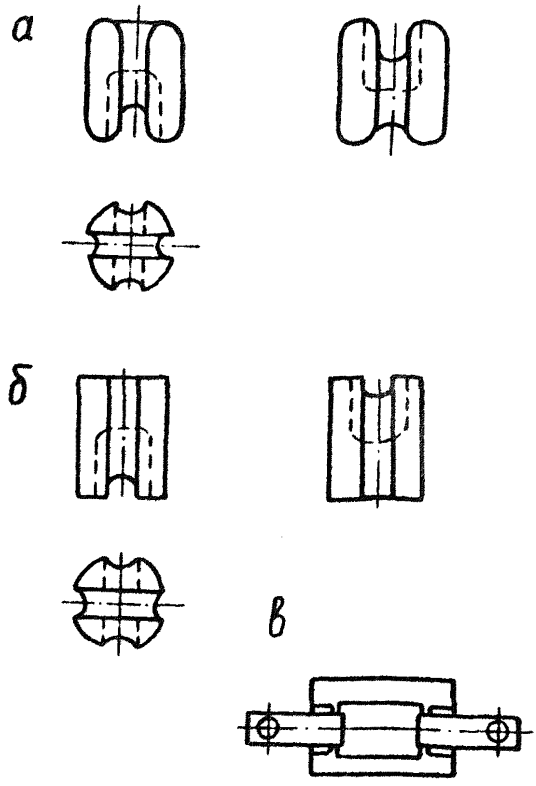

Рис.4.15. Изоляторы подвесные:
а – орешковый; б – такелажный; в – пряжечный армированный

спооблений, необходимых при выполнении монтажных работ;

в) готовность рельсовых путей к производству разбивки мест креплений поперечин для подвески контактного провода;

г) состояние и крепление откаточных выработок.

Оборудование, арматура и материалы должны соответствовать выбранному типу подвески (эластичная или жесткая) и характеру трассы.

Устройство рельсового пути должно соответствовать требова-

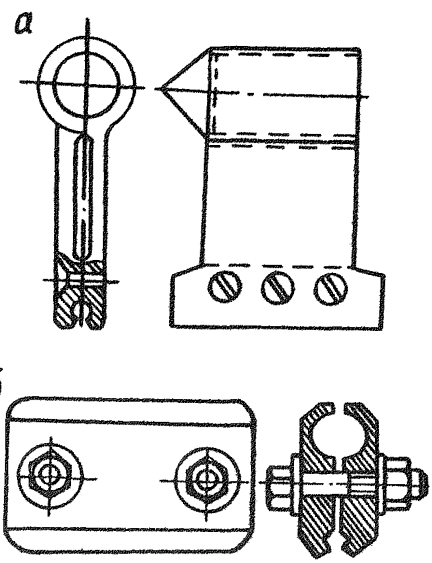

Рис.4.I6.Питающий зажим:
а – с неразъёмным кабельным наконечником; б – с разъемным кабельным наконечником

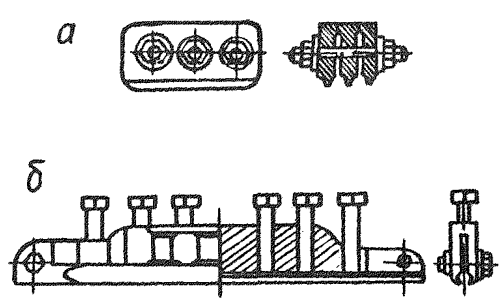

Рис.4.I7. Зажим соединительный:
а – для ответвления к.п.; б – для стыковки (счелки) к.п.

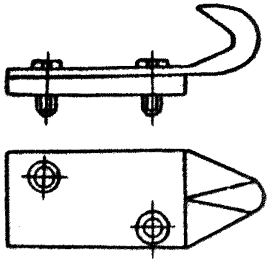

Рис.4.I8. Крюковая клемма

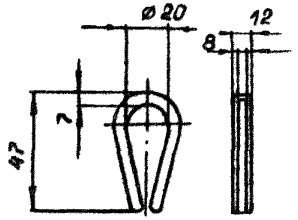

Рис.4.I9. Коуш для проволоки

ниям, изложенным в "Инструкции по эксплуатации и содержанию шахтных рельсовых путей".

4.2.I6. Рельсовый путь должен быть разбит на пикеты. После того, как установлен и проведен пикетаж, приступают к разбивке точек крепления контактного провода.

Для разбивки точек крепления необходимо определить длины кривых участков, т.е. расстояния между началом и концом каждой кривой, и длины прямых участков между концом одной и началом другой (последующей) кривой. Затем на этих участках определяют количество пролетов.

При разбивке креплений необходимо обращать особое внимание на правильное размещение креплений на стрелках. Точки крепления рекомендуется отмечать краской на боковой стороне выработки.

4.2.I7. При разбивке точек креплений следует вести разбивочную ведомость по следующей форме:

№ пикета	№ креплений	Длина пролёта, м	Характер пролёта (на прямой или на закруглении)	Тип крепления (жесткое или эластичное) и изолятородержателя	Смещение провода относительно оси пути	Особые отметки
I	2	3	4	5	6	7

4.2.I8. После разбивки точек крепления контактного провода выполняется монтаж подвесной арматуры, который включает следующие операции:

а) заделку крюков;

б) устройство поперечных оттяжек;

в) навеску подвесной арматуры.

4.2.I9. При деревянном креплении откаточных выработок заделка крюков производится следующим образом: буравом, диаметром, несколько меньшим диаметра крюка, просверливается на достаточную глубину соответствующая стойка, и в отверстие забивается взъерошенный крюк (рис.4.2,а).

Крепление крюков при каменном или бетонном креплении выработок производится или вмазыванием их в отверстия, пробитые в стенках выработок (рис.4.2,б); или в шур, пробуренный в стенке выработки, вставляется с достаточной плотностью деревянный колышек, обработанный антисептиком, и в него забивается взъерошенный крюк.

При металлическом креплении поперечные оттяжки с двух сторон подвешиваются к крепи специальными металлическими хомутами или, по согласованию с ВостНИИ или с МакНИИ, с помощью звеньев скребковой цепи, приваренных к арочной крепи (рис.4.2,в). Регулировка натяжения поперечины осуществляется натяжными муфтами.

4.2.20. Поперечная оттяжка в собранном виде состоит из стальной проволоки (поперечины) и двух или четырех изоляторов (по одному или по два в каждом плече оттяжки (см.п.4.2.I0).

Работа по устройству гибких поперечин, закреплению изоляторов и троллеедержателей производится следующим образом. От бухты отрезается кусок проволоки длиной, соответствующей ширине выработки с учетом закруток (очков) для крепления изоляторов, натяжных муфт, троллеедержателей и для навески на крюки. После закрепления изоляторов, натяжных муфт и троллеедержателей собран-

ная поперечная оттяжка навешивается на крюки. Окончательная натяжка и заделка концов поперечной оттяжки производится после навески, крепления и регулировки провода относительно оси рельсового пути с проверкой по отвесу.

Устройство закруток (очков) показано на рис.4.20; операция по его монтажу выполняется при помощи специального ключа (рис.4.21).

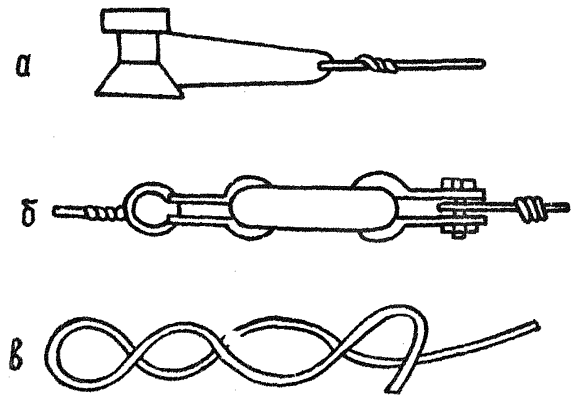

Рис.4.20. Устройство соединений:
а-соединение проволоки с ушком подвеса троллеедержателя; б-соединение проволоки с арматурой изолятора; в-временная заделка стальной проволоки

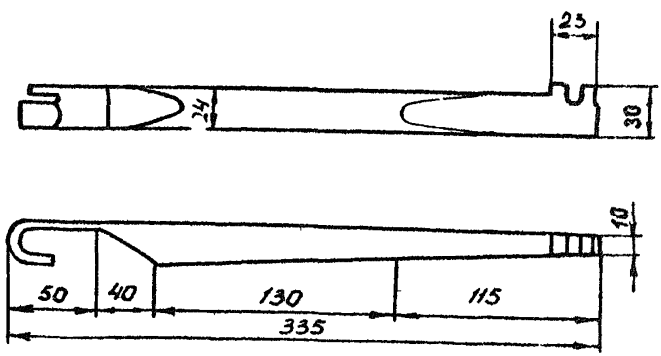

Рис.4.21. Ключ для устройства очка

4.2.2I. Для раскатки контактного провода барабан устанавливается на козлы, закрепленные на подвижной платформе. Установка барабана производится так, чтобы наружный конец контактного провода находился сверху.

4.2.22. Раскатку провода начинают с того, что платформу с барабаном ставят на путь, над которым подвешивается провод на расстоянии около I5-20 м от начала анкеровки, и провод с барабана раскатывается вручную примерно до середины первого пролета, где конец контактного провода заделывается в клиновой концевой зажим и крепится к анкерному крепежному крюку, как показано на рис.4.22 и 4.23. При отсутствии клиновых зажимов допускается конец контактного провода согнуть петлей и закрепить бандажом из стальной проволоки диаметром не менее 3 мм. Длина бандажа должна быть не менее 50 мм (рис.4.24,б). Изоляция провода от крюка осуществляется двумя фарфоровыми изоляторами, рассчитанными на усилие не менее I0000 Н. Конец проволоки выполняется в виде очка, в которое вставляется коуш (см. рис.4.I9). Коуш надевается на анкерный крюк, который крепится аналогично крюкам для поперечных оттяжек.

При анкеровке контактного провода для подтягивания его между изоляторами и крюком необходимо применять натяжную муфту с ходом не менее 300 мм.

Устройство анкеровки контактного провода на поверхности производится аналогично описанному с той только разницей, что вместо анкерного крюка используется хомут, надеваемый на деревянную опору (рис.4.24).

4.2.23. После анкеровки провод поднимают и подвязывают к первой (за анкерной) подвеске. Подвязка производится к крюковой клемме (см.рис.4.I8), за крюк которой закладывается провод и подвязывается так, чтобы не мог свалиться и имел в то же время совершенно свободное передвижение по крюку.

Крепление крюковой клеммы с заложенным в нее проводом показано на рис.4.25,а.

На последующих поперечинах провод закладывается в специальные заранее подвешенные на оттяжках крючки из проволоки диаметром 5-6 мм, допускающие свободное продольное перемещение провода (рис.4.25,б).

4.2.24. На кривых участках пути подвеска контактного провода

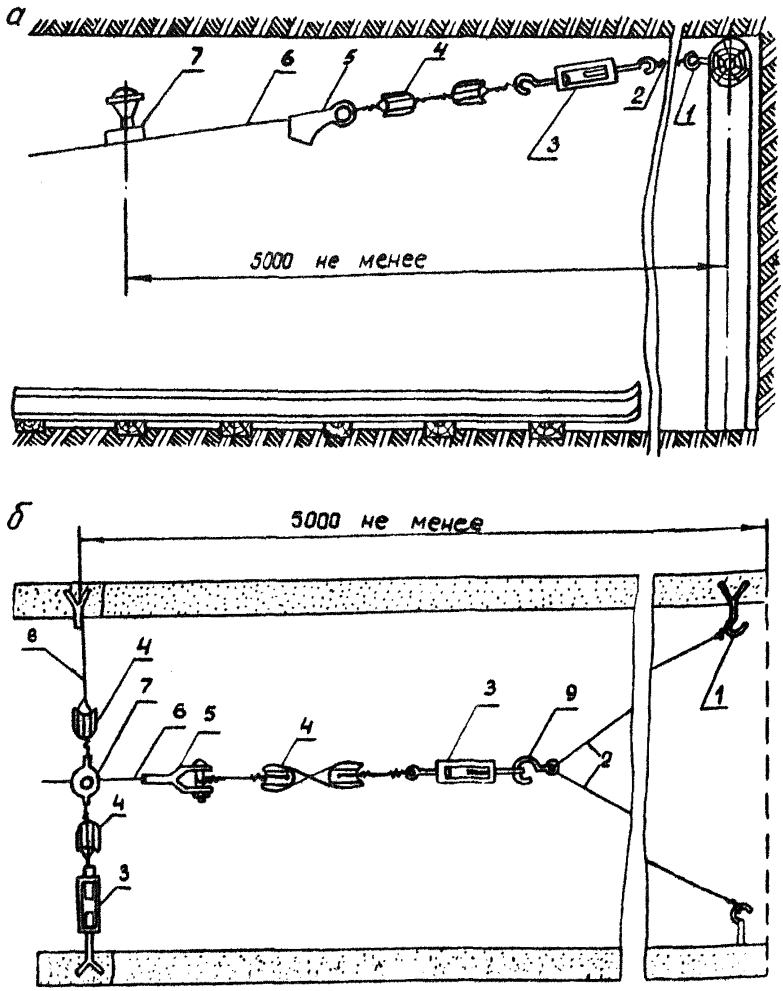

Рис.4.22. Анкеровка контактного провода в однопутевой выработке:
а–при деревянном креплении; б–при бетонном креплении;
1–крюк крепежный; 2–проволока стельная; 3–муфта натяжная; 4–изолятор; 5–зажим клиновой концевой; 6–контактный провод; 7–троллеедержатель; 8–оттяжка; 9–крюк с кольцом

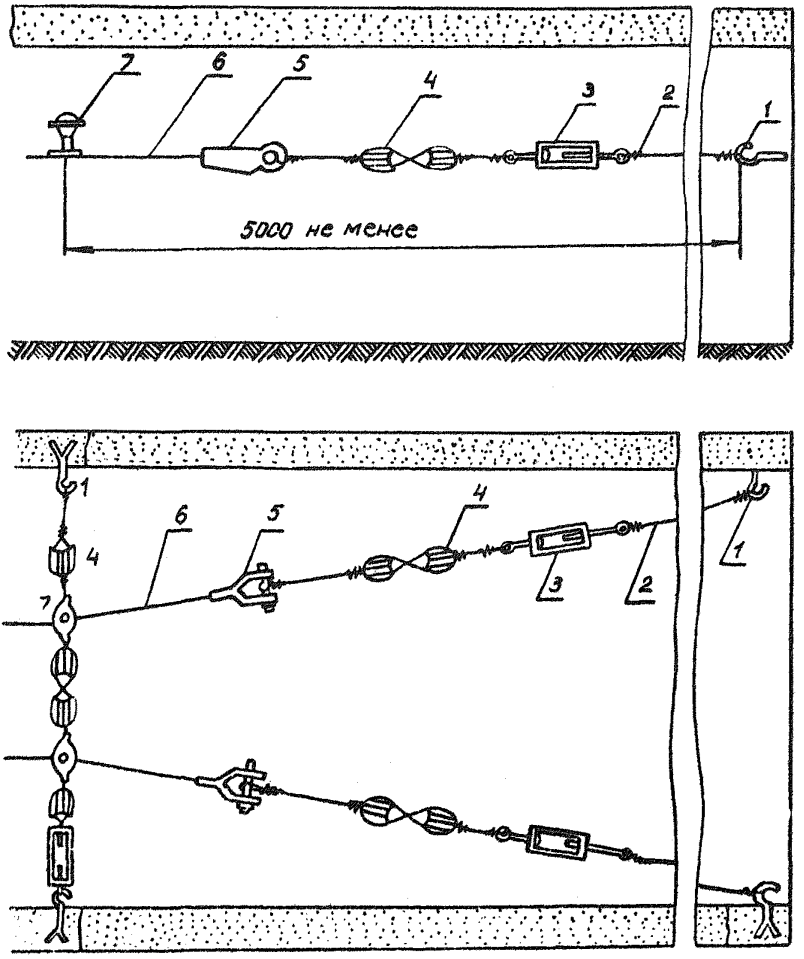

Рис.4.23. Анкеровка контактного провода в двухпутевой выработке с бетонным креплением:
1-крюк крепежный; 2-проволока стальная; 3-муфта натяжная; 4-изолятор; 5-зажим клиновой; 6-провод контактный; 7-троллесдержатель

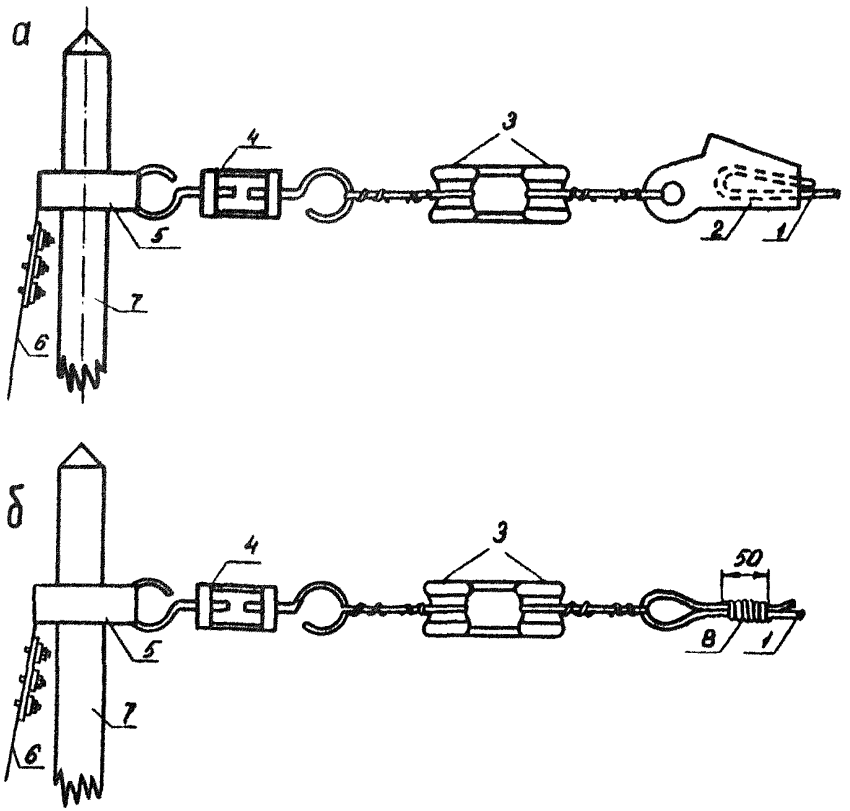

Рис.4.24. Анкеровка контактного провода на поверхности:

а – с клиновым зажимом; б – с анкерной петлей;

1-контактный провод; 2-клиновой концевой зажим; 3-изоляторы тяжелые; 4-муфта натяжная; 5-хомут; 6-оттяжка; 7-деревянная опора; 8-бандаж из стальной проволоки

при раскатке его по выработкам производится путем закрепления его на зажимах троллеедержателя (рис.4.25,в).

Для этой цели необходимо зажим повернуть поперек пути, положить на него провод с внешней стороны закругления и подвязать

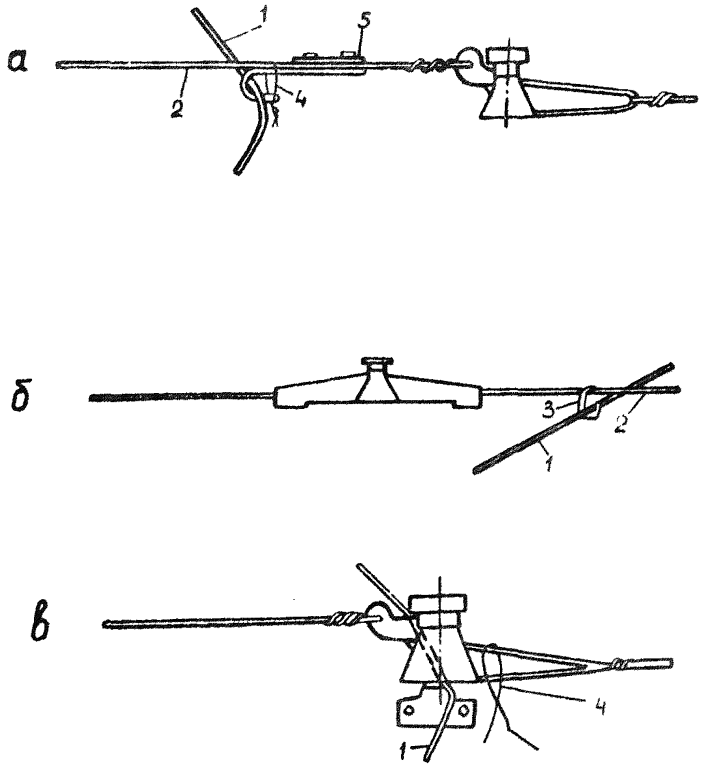

Рис.4.25. Временное крепление контактного провода:

а – крепление контактного провода к крюковой клемме; б – навеска контактного провода на прямом участке пути при помощи крючка; в – навеска контактного провода на кривом участке пути;

I–контактный провод; 2–оттяжка поперечная; 3–крючок монтажный; 4–завязка; 5–крюковая клемма

проволочной.

Для получения надлежащей натяжки на всей кривой необходимо в точках начала её произвести натяжку провода при помощи временной анкеровки. Временная анкеровка провода производится путем за-

крепления его в крюковую клемму, которая надевается на крюк полиспаста; другой крюк полиспаста надевается на временно заделанный в боковом креплении выработки крюк.

После временной анкеровки провода на кривой продолжается дальнейшая раскатка его по прямому участку пути.

4.2.25. Около последней точки крепления провода платформу останавливают и закрепляют деревянными закладками или металлическими башмаками, подкладываемыми под её колеса с обеих сторон.

Вращением барабана производят подтяжку контактного провода, затем провод отрезается, и на его конце монтируются все детали для анкеровки. На проволоке закрепляется крюковая клемма, на нее надевается крюк полиспаста; другой крюк полиспаста надевается на анкерный крюк. Между крюковой клеммой и крюком полиспаста ставится динамометр, и провод натягивается до необходимой величины. При удлинении существующей контактной сети наращивание провода производится при помощи стыкового зажима (см.рис.4.32), а подвеска и натяжка его осуществляются указанным выше способом.

4.2.26. После анкеровки провода производится заделка его в зажим троллеедержателя. Для этого используется платформа для перевозки оборудования. Заделка провода в зажим производится с одного конца линии, при этом необходимо следить, чтобы провод не был перекручен. Заделку провода производят не менее двух рабочих.

На прямых участках пути один из рабочих снимает провод с крючка специальными клещами (острогубцами), ставит провод в нормальное положение и поднимает его к троллеедержателю. Второй рабочий, находясь на платформе, закладывает провод между губками зажима троллеедержателя и закрепляет гайкой болт.

4.2.27. На кривых участках пути перед заделкой необходимо предварительно освободить троллеедержатель от лежащего на нем провода и его натяжения. Для этого на поперечной оттяжке на расстоянии около I м от конца троллеедержателя укрепляется крюковая клемма I (рис.4.26), затем контактный провод захватывается скобой 2, которая полиспастом 3 соединяется с крюковой клеммой. Подтягивают блоки полиспаста, освобождают троллеедержатель от давления провода и поворачивают зажим перпендикулярно оттяжке.

Поставив зажим в нормальное положение, при помощи полиспаста регулируют положение провода с таким расчётом, чтобы он находил-

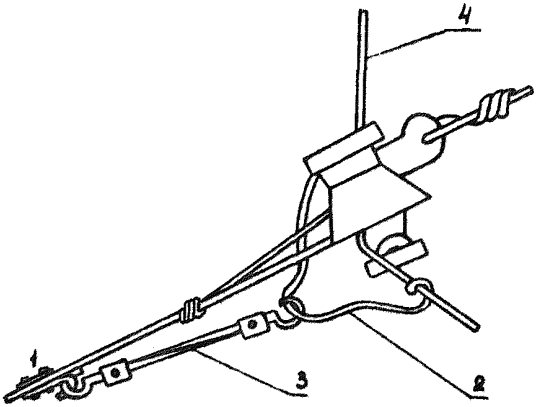

Рис.4.26. Заделка контактного провода в зажим на криволинейном участке пути:
I - криковой зажим; 2-скоба; 3-полиспаст; 4-контактный провод

ся под троллеедержателем, после этого развертывают провод фасками к губкам зажима и приподнимают провод к последнему, заводят губки зажима в фаски провода и закрепляют гайки болтов. Затем проверяют, по всей ли длине зажима его губки плотно вошли в фаски провода, и только после этого медленно опускают полиспаст.

Для проверки правильности заделки зажима пользуются следующим способом: не снимая полиспаста, ударяют деревянной ручкой отвертки или молотка по проводу около зажима: если никаких изменений положения губок последнего не замечается, то снимают полиспаст, скобу и клемму и переходят к следующей подвеске.

Схема подвески двух контактных проводов на криволинейном участке пути показана на рис. 4.27.

4.2.28. При заделке провода в зажим троллеедержателя обнаруживаются изгибы и перекрутки провода, полученные им при раскатке, что сильно мешает заделке зажима. Местные изгибы контактного провода выправляются дубовыми молотками (рис.4.28) и правилкой из деревянного бруска (рис.4.29), подкладываемой к проводу вдоль него; удары молотка направляются сверху или снизу. в зависимости от направления вытиба провода.

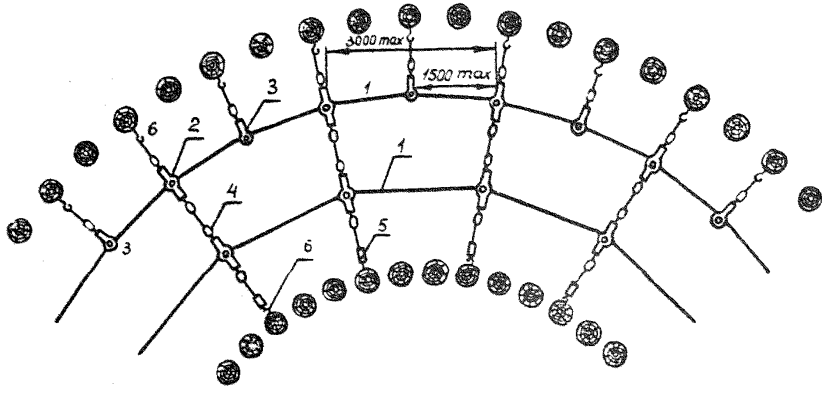

Рис.4.27. Подвеска и оттяжка двух контактных проводов на криволинейном участке:

1-контактный провод; 2-троллеедержатель; 3-троллеедержатель для оттяжки на криволинейном участке; 4-изолятор орешковый; 5-муфта натяжная; 6-крюк крепежный

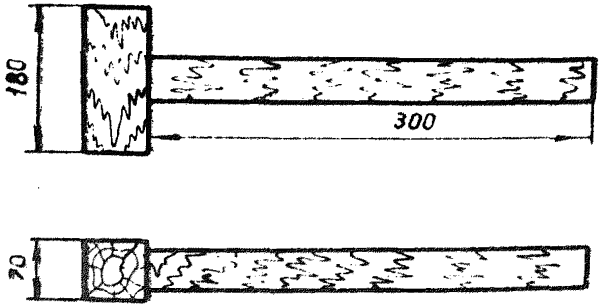

Рис.4.28. Рекомендуемая конструкция дубового молотка для выравнивания контактного провода

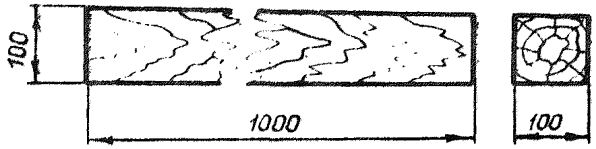

Рис.4.29. Правилка из деревянного бруска

Выправление местных перекруток контактного провода производится ключом для рихтовки контактного провода (рис.4.30).

4.2.29. В местах ответвления подвеска провода производится на оттяжках, на которых подвешены спаренные троллеедержатели (для главного провода и ответвления).

Сращивание проводов (главного и ответвленного) осуществляется при помощи двойных зажимов.

Один конец провода для ответвления после заделки его в двойной зажим загибается вверх, чтобы не сломать токоприемник при движении электровоза. Второй конец контактного провода после натяжки его анкерується. Примерная подвеска и стыковка контактного провода на ответвлениях показана на рис.4.31, 4.32.

4.2.30. В местах сварки (стыковки) контактного провода, для уменьшения его провеса, должен устанавливаться троллеедержатель на расстоянии не далее 100 мм от сваленного конца.

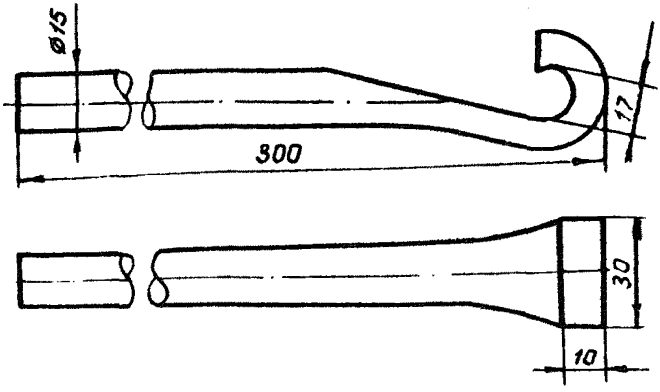

Рис.4.30. Ключ для рихтовки контактного провода

4.3. Узлы секционирования

4.3.I. Секционирование контактной сети выполняется путем разделения контактного провода на участки, изолированные друг от друга изолирующими вставками и электрически соединенными при помощи выключателей.

Для уменьшения искрообразования, при переходе токоприемника с одного участка контактного провода на другой, узел секционирования необходимо выполнять с применением дополнительных отрезков контактного провода, обеспечивающих непрерывность цепи питания электровоза. Принципиальная схема пункта секционирования показана на рис.4.33, а его устройство - на рис.4.34.

В месте рассечки троллеи закрепляются два дополнительных отрезка контактного провода, перекрывающих изолирующую вставку с обеих сторон на 150-200 мм. Отрезки соединяются с основным контактным проводом при помощи автоматического выключателя или разъединителя. Изолирующая вставка может быть набрана из пряжковых, орешковых или другого типа изоляторов. Длина изолирующей вставки должна исключать возможность её перекрытия двухдужным токоприемником (пантографом).

Дополнительные отрезки контактного провода изгибают таким образом, чтобы при скольжении по ним токоприемник не касался изо-

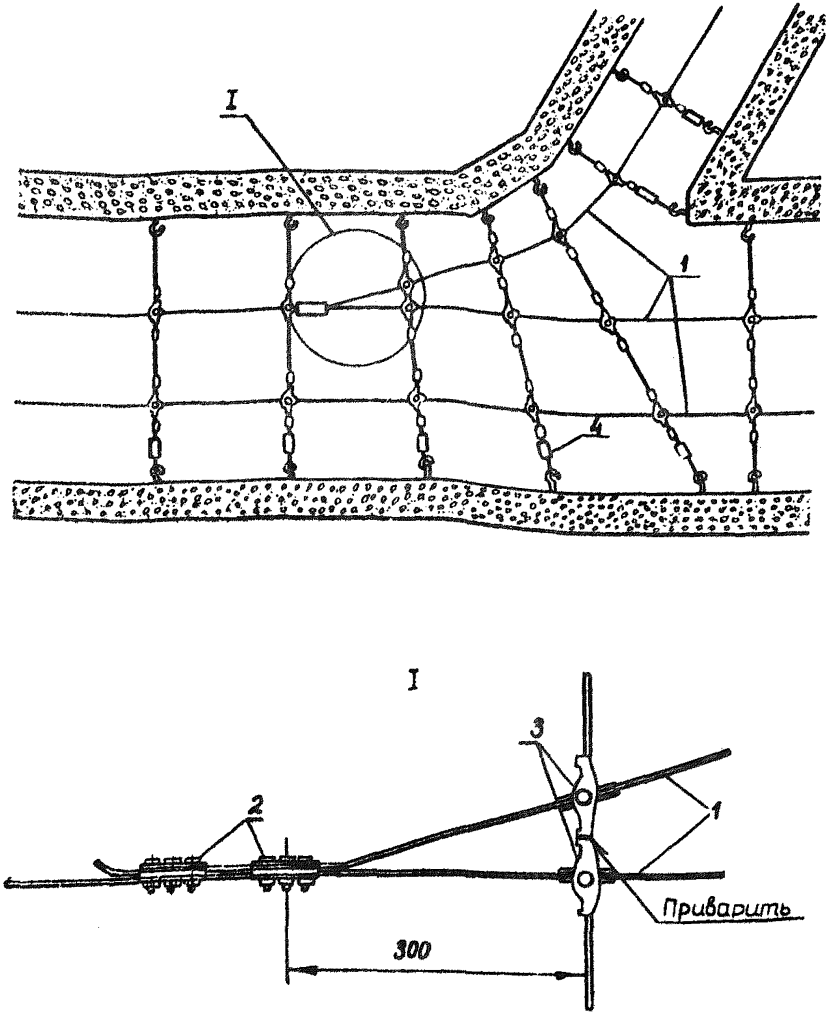

Рис.4.3I. Подвеска контактного проводе на сопряжении однопутевого штрека с двухпутевым:

I-контактный провод; 2-зажим соединительный; 3-троллеедержатель спаренный; 4-муфта натяжная

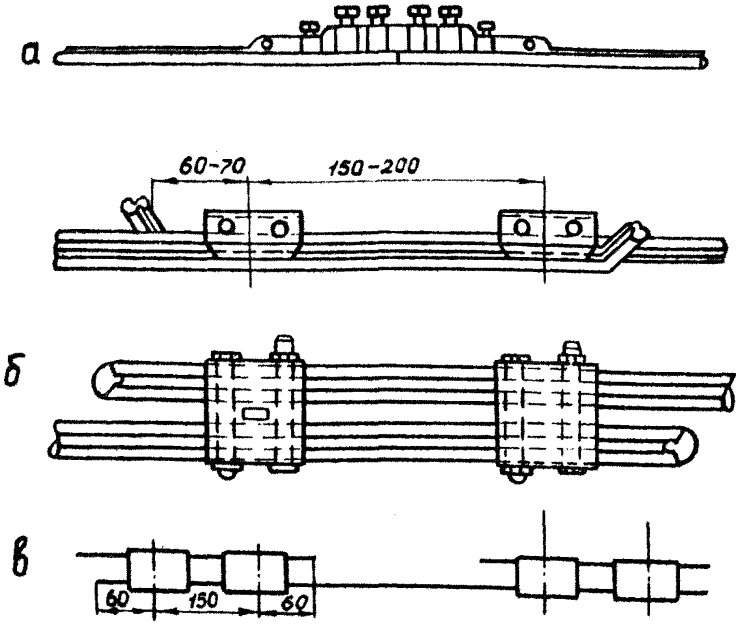

Рис.4.32.Стыкование контактных проводов:
а-встык; б-внахлестку при помощи соединительных зажимов;
в-при помощи дополнительной вставки

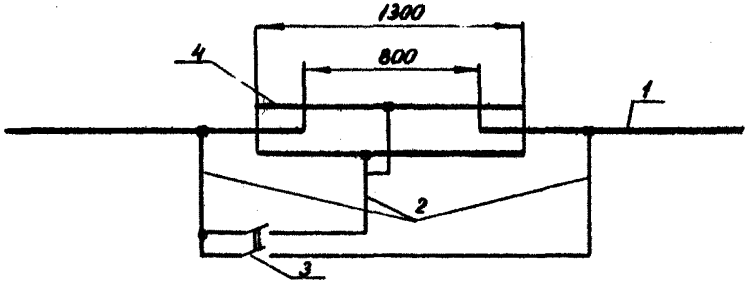

Рис.4.33. Принципиальная схема пункта секционирования контактной сети:
1-контактный провод; 2-соединительный кабель;3-выключатель автоматический; 4-дополнительный отрезок контактного провода

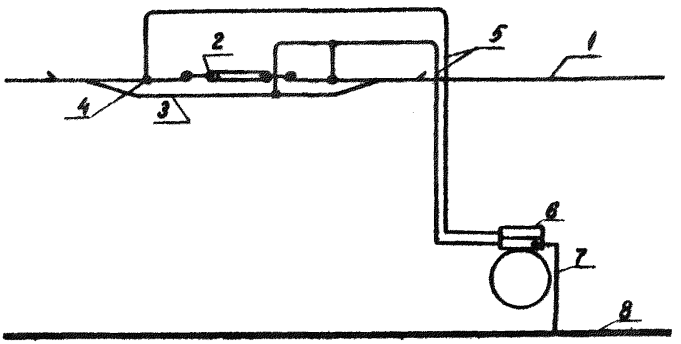

Рис.4.34. Устройство пункта секционирования контактной сети:

I-контактный провод; 2-изоляторы; 3-дополнительный отрезок контактного провода; 4-питающий зажим; 5-соединительный кабель; 6-секционный выключатель; 7-провод заземляющий; 8-рельс токоведущий

лирующей вставки. Отрезки укрепляют при помощи специальных изолирующих держателей на расстоянии 120-140 мм от контактного провода. Допускается собирать и закреплять дополнительные отрезки контактного провода при помощи троллеедержателей с изолированным болтом. Пример конструкции устройства узла секционирования контактного провода с изолирующей вставкой, набранной из пряжковых и такелажных изоляторов, показан на рис.4.35, а, б.

4.3.2. Пункт секционирования должен сооружаться на прямолинейном участке пути.

4.3.3. В местах переезда электровоза с одного пути на другой переход контактного провода рекомендуется выполнять по схеме, аналогичной пункту секционирования контактной сети, предоставленной на рис.4.33.

4.3.4. Автоматические выключатели и разъединители секционные должны быть защищены от воздействия шахтных вод.

4.3.5. В местах погрузочных пунктов, посадочных площадок и пересечениях выработок, по которым передвигаются люди, контактная сеть должна оборудоваться аппаратами дистанционного включения и отключения контактного провода. Для этих целей рекомендуется применение устройства автоматического включения секциони-

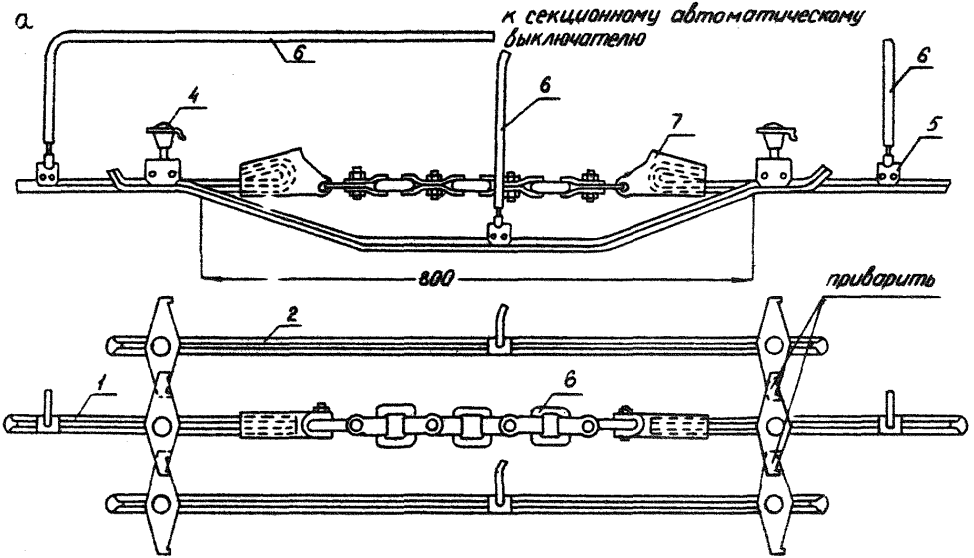

Рис.4.35,а. Примерное устройство узла секционирования с изолирующей вставкой из прямочных изоляторов:

1-контактный провод; 2-дополнительный отрезок контактного провода; 3-изолятор прямочный; 4-троллеедержатель; 5-питающий зажим; 6-соединительный кабель; 7-концевой зажим

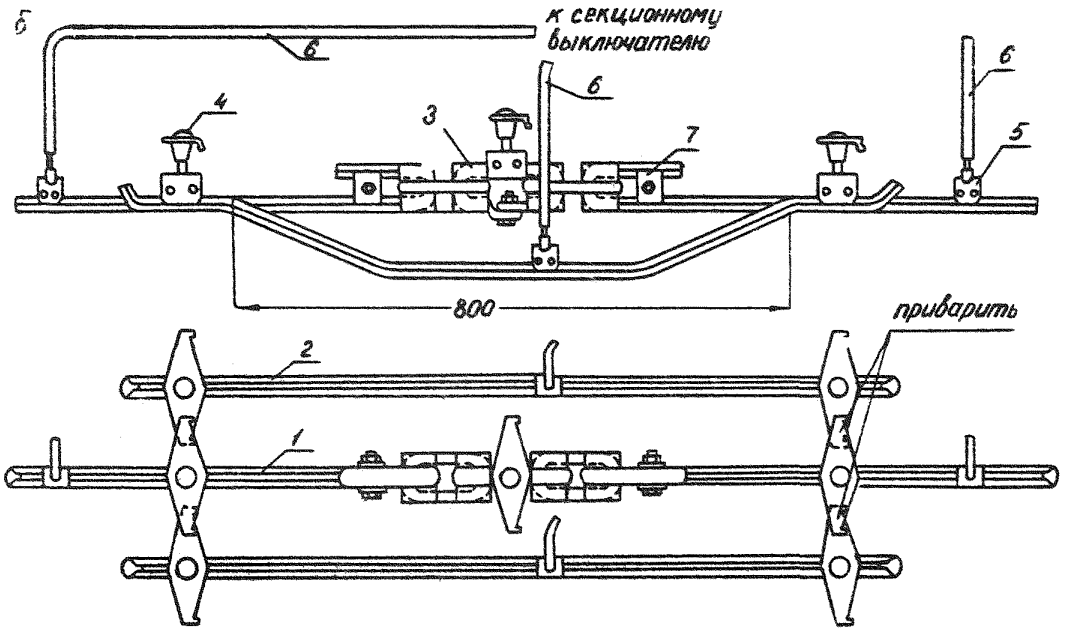

Рис.4.35,б. Примерное устройство узла секционирования с изолирующей вставкой из орешковых изоляторов:
1-контактный провод; 2-дополнительный отрезок контактного провода; 3-изолятор такелажный; 4-троллеедержатель; 5-питающий зажим; 6-соединительный кабель; 7 - скоба зажимная

рованного участка контактной сети с защитной блокировкой типа АВУКС (изготовитель Прокопьевский завод шахтной автоматики). В этих местах для непрерывности электрической цепи между соседними секциями контактного провода прокладываются кабельные перемычки, как показано на рис.4.36.

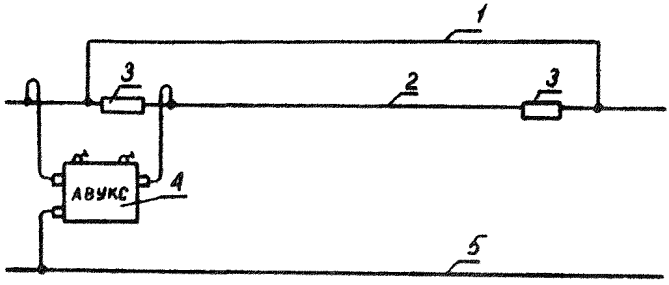

Рис.4.36. Примерный монтаж контактной сети в местах посадочных площадок:

1-кабельная перемычка; 2-контактный провод; 3-изолятор секционный; 4-аппарат АВУКС; 5-рельс

Аппарат АВУКС подвешивается на стенке откаточной выработки. Подключение аппарата к контактному проводу выполняется в соответствии с заводской инструкцией.

4.4. Питающие и отсасывающие пункты

4.4.1. Подвод электроэнергии от положительных шин тяговой подстанции к контактному проводу, как правило, следует осуществлять бронированными кабелями с медными жилами.

Допускается применение гибких кабелей с соответствующим суммарным сечением силовых жил в шланговой оболочке, не распространяющей горение. При этом гибкие кабели должны быть защищены от возможных механических воздействий.

4.4.2. В автоматических выключателях типа АФВ питающий кабель рекомендуется присоединять к контактному проводу через две последовательно соединенные цепи выключателя, имеющие реле максимального тока (рис.4.37). При этом оба реле должны иметь одинаковую уставку срабатывания защиты от тока к.з.

Параллельное включение реле максимального тока в выключателях

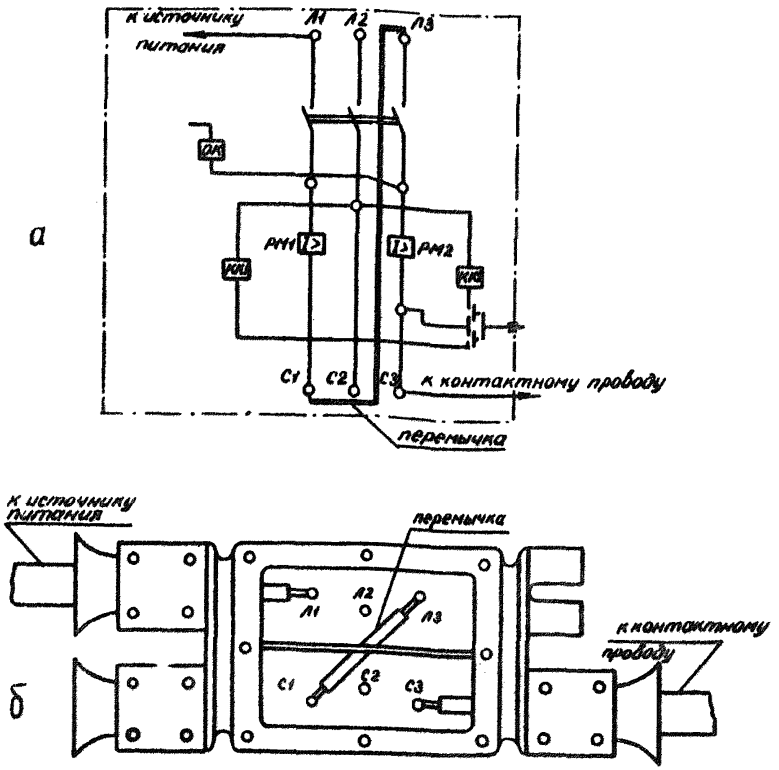

Рис.4.37. Пример подключения питающего кабеля к автоматическому выключателю типа АФВ: а–принципиальная схема силовой цепи АФВ; б-установка перемычки в коробке ввода АФВ

типа АФВ не допускается.

4.4.3. Подвод электроэнергии к подземным контактным сетям от тяговой подстанции, находящейся на поверхности шахты, или от контактной сети другого горизонта (на расстояние не более 400м) производится так же, как и от подземной ТП – по двум кабелям, один из которых является питающим, другой – отсасывающим. Совме-

щение питающей и отсасывающей линий в одном (многожильном) кабеле запрещается.

4.4.4. Присоединение отсасывающего кабеля к рельсам допускается осуществлять при помощи сварки, болтовых зажимов и контактных башмаков. Примеры устройства отсасывающего пункта показаны на рис.4.38.

В отсасывающем пункте отвод электрического тока из рельсовой сети рекомендуется выполнять посредством стальной полосы, приваренной к подошвам рельсов и выведенной на стенку выработки. Отсасывающий кабель присоединяется к стальной полосе путем сварки или болтовым зажимом. При болтовом соединении рельсы целесообразнее крепить к швеллерной балке, от которой делается отвод стальной полосой к месту присоединения отсасывающего кабеля.

Допускается также отсасывающий пункт на одноколейном участке выполнять следующим образом. Отсасывающий кабель, подведенный от тяговой подстанции к намеченному пункту отсасывания, разделяется в муфте, от которой к ниткам рельсов отходят жилы кабеля, оканчивающиеся стальными наконечниками. Последние привариваются к подошве рельсов или крепятся к ним при помощи контактных башмаков.

Ниже приведены типы соединительных муфт, применяемые в зависимости от сечения отсасывающего кабеля.

Сечение отсасывающего кабеля, $мм^2$	50-95	120-185	240-300
Тип муфты	сч-50	сч-60	сч-70

С целью контроля состояния отсасывающей цепи (обратного токопровода) отсасывающие кабели необходимо подключать к отрицательной шине подстанции через калибровочные шунты или другие устройства для измерения тока.

4.4.5. Питающие и отсасывающие кабельные линии не прокладываются *по почве, а подвешиваются* в верхнем углу выработки так, чтобы подвижной состав не мог их повредить. Подвеска кабеля осуществляется согласно требованиям "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" (ПБ).

4.4.6. Места присоединений питающих и отсасывающих жил кабелей к контактному проводу и рельсам должны быть доступны для контрольного осмотра.

4.5. Рельсовые линии

4.5.1. Укладка рельсовых путей должна производиться в соответ-

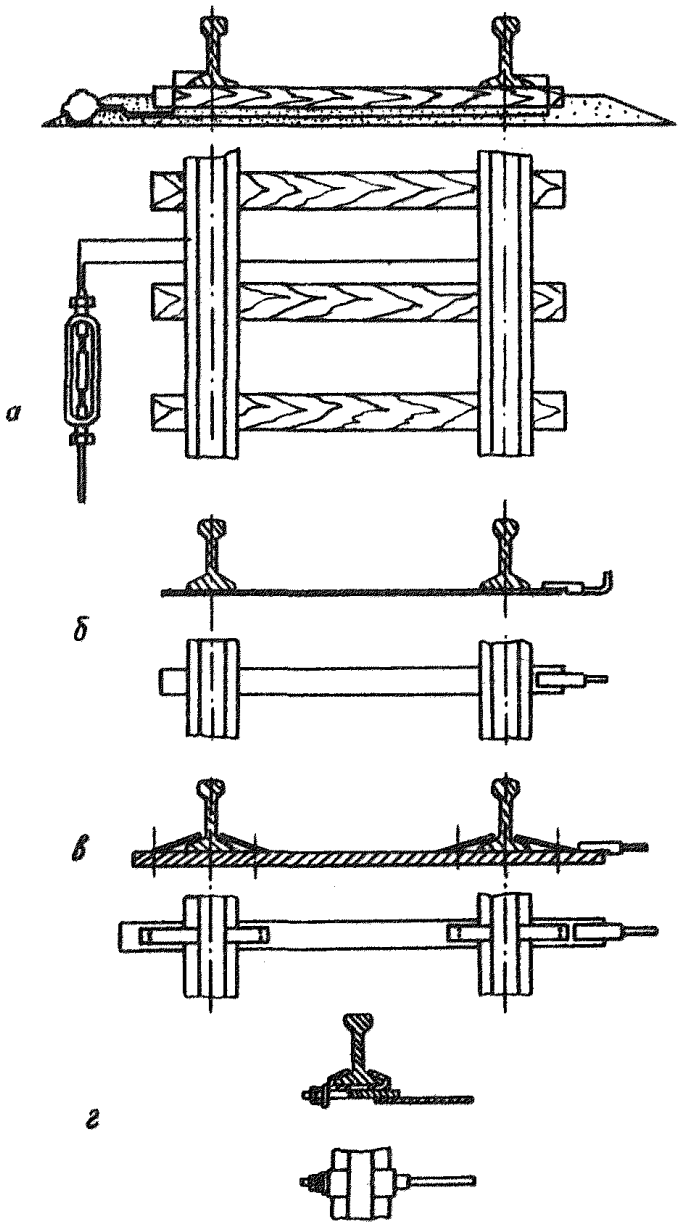

Рис.4.38. Пример выполнения отсасывающего пункта:
а-общий вид; б-сварное соединение; в-болтовое соединение; г-соединение при помощи контактного башмака

ствии с "Правилами технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт" (ПТЭУ) и "Инструкцией по эксплуатации и содержанию шахтных рельсовых путей", утвержденной Минуглепромом СССР.

4.5.2. Рельсовый путь, служащий в качестве обратного провода, должен иметь электрическое сопротивление, не превышающее значений, указанных в табл.I.5 (прилож.I).

Для уменьшения продольного сопротивления рельсовых путей необходимо устанавливать электросоединители:

а) стыковые – на каждом стыке рельсов;

б) обходные – на стрелках, крестовинах и т.п.;

в) междурельсовые – между рельсовыми нитями одного пути не реже, чем через каждые 5 стыковых соединений, а также в конце рельсового пути;

г) междупутные – между рельсами двух и более соседних линий не реже, чем через каждые I00 м[x], а также в начале и в конце рельсовых путей.

4.5.3. В качестве металлических электросоединителей следует использовать только гибкие (многопроволочные) проводники, сопротивление которых эквивалентно сопротивлению медного провода сечением не менее 50 мм^2.

Площадь контакта электросоединителя с рельсом должна быть не менее I200 мм^2 (I2 см^2).

4.5.4. Электрические соединения в рельсовых стыках могут выполняться металлическими проводниками (медными или стальными), из проводящей графитовой мази (смазки) и путем сварки рельсов.

Сварочные работы в шахте должны производиться в соответствии с требованиями "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" и "Инструкции по ведению огневых работ в подземных выработках и надшахтных зданиях".

4.5.5. Электросоединители должны быть проложены под накладкой или защищены от механических воздействий с целью предохранения их от разрушения.

---

x) Для горнорудной промышленности согласно ЕПБ это расстояние принимается равным 50 м.

Электросоединители, как правило, устанавливаются на сварку в местах сопряжения шейки с подошвой рельса с наружной его стороны. Для этого концы медных проводников опрессовываются в стальные наконечники, изготовленные из отрезков труб соответствующего диаметра или из полосовой стали шириной 50-60 мм.

4.5.6. В условиях, не допускающих выполнения сварочных работ, электросоединители могут устанавливаться под болт или при помощи стяжных контактных башмаков.

Примеры выполнения рельсовых стыковых электросоединений показаны на рис.4.39.

4.5.7. Междурельсовые или междупутевые электрические соединения должны выполняться металлическими перемычками путем сварки или под болт с обработкой графитовой мазью. Горизонтальные части перемычек должны располагаться между шпалами ниже уровня подошвы рельса не менее чем на 100 мм.

4.5.8. Все рельсовые пути, не предназначенные для откатки контактными электровозами, должны быть электрически изолированы от токоведущих рельсов соответственно требованиям ПБ.

Изолирующий стык (рис.4.40) должен быть снабжен:

а) изоляционной прокладкой между торцами рельсов, выполненной из гетинакса или текстолита;

б) двумя пропитанными в льняном или в другом масле деревянными накладками взамен стальных;

в) двумя гетинаксовыми или текстолитовыми подкладками, помещенными между подошвами рельсов и обычными стальными подкладками, находящимися под концами рельсов.

4.5.9. Изолирующие стыки должны сооружаться на сдвоенных обрезных шпалах, скрепленных между собой болтами.

4.6. Правила монтажа сигнальных устройств

4.6.1. Для повышения безопасности откатки контактными электровозами должна быть предусмотрена сигнализация безопасности, предупреждающая людей о движущихся электровозах и контактном проводе, находящемся под напряжением.

Такая сигнализация должна быть выполнена в соответствии с "Едиными требованиями к сигналам и знакам в подземных выработках и на шахтном транспорте угольных и сланцевых шахт" и установлена во всех выработках, в которых подвешен контактный про-

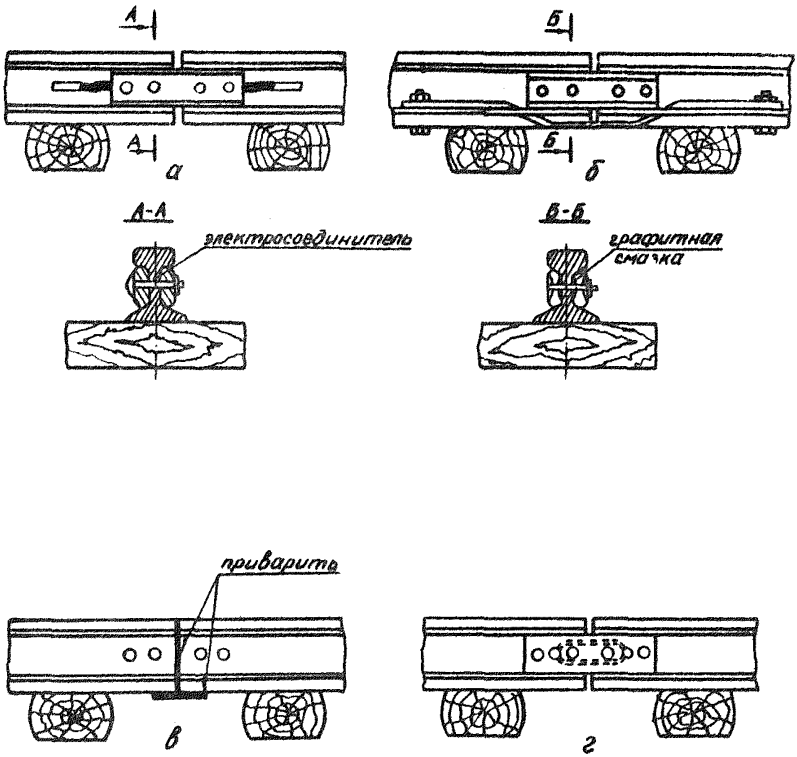

Рис.4.39. Примеры выполнения рельсовых стыковых электросоединителей:

а – медные приварные; б – медные на болт; в – сварные; г – медные пулечные

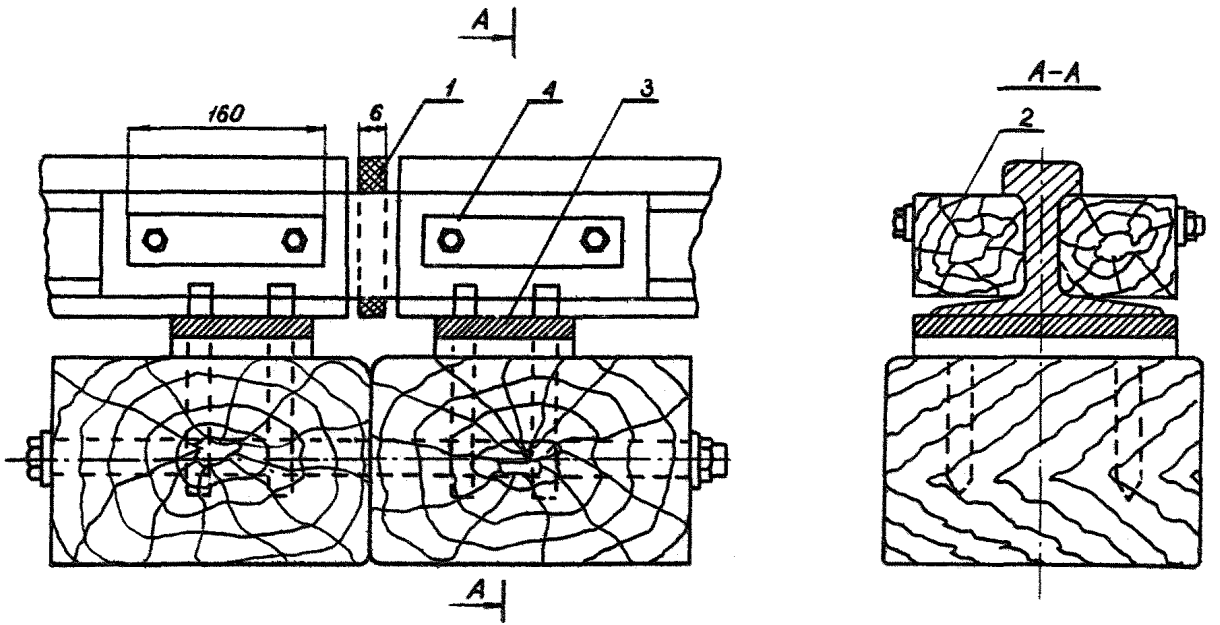

Рис.4.40. Изолирующий стык:
I - изоляционная прокладка между торцами рельсов; 2 - накладка деревянная;
3 - подкладка изоляционная; 4 - металлическая пластина

вод.

4.6.2. Питание ламп сигнальных устройств рекомендуется осуществлять от аппаратов рудничного освещения напряжением 127В или от других специальных источников питания.

4.7. Заземление электроустановок

4.7.1. Заземление электроустановок контактной сети должно выполняться в соответствии с требованиями ПБ раздела "Заземление" и "Инструкцией по устройству, осмотру и измерению сопротивления шахтных заземлений".

При децентрализованной схеме питания заземление корпусов выпрямительных агрегатов, удаленных от общего контура заземления, осуществляется путем присоединения их к тяговым рельсам.

4.7.2. Металлические оболочки и заземляющие жилы питающих кабелей должны быть заземлены только с одной стороны - на тяговой подстанции путем их присоединения к отрицательному полюсу источника постоянного тока. Двухстороннее заземление оболочек питающих кабелей не допускается.

4.7.3. Изоляция брони и оболочек кабелей, питающих электрооборудование переменного тока, имеющего металлическую связь с токоведущими рельсами (например, привод стрелочного перевода с электродвигателем переменного тока), должна осуществляться при помощи изолирующих эпоксидных муфт типа СЭс-3, ПСЭс-2 или тройниковых типа ТМ-6, ТМ-10М. При применении тройниковых муфт в качестве изолирующего элемента используется гибкий кабель с резиновой изоляцией и шлангом, посредством которого производится подвод электроэнергии от тройниковой муфты в электрооборудование переменного тока. При этом заземляющая жила кабеля изолируется на стороне изолирующей муфты, а на стороне питаемого электрооборудования присоединяется к внутреннему заземляющему болту.

При использовании гибкого кабеля в шланговой оболочке в качестве питающего электрооборудование переменного тока, имеющего металлическую связь с токоведущими рельсами, заземляющая жила кабеля на стороне питаемого электрооборудования изолируется, а на стороне источника питания заземляется в соответствии с ПБ.

4.7.4. Заземление секционных выключателей, разъединителей и другой аппаратуры, подключенной к контактному проводу, должно осуществляться путем присоединения их оболочек к рельсам, а не к

местным заземлителям.

4.7.5. Заземляющие проводники и места их присоединения к рельсам должны быть доступны для контрольного осмотра.

5. ЗАЩИТА ОТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

5.I. Контактные сети должны быть оборудованы автоматическими выключателями, осуществляющими защиту от токов короткого замыкания (к.з.) и от утечек тока. Оснащение контактных сетей аппаратами защиты от утечек тока будет осуществляться по мере освоения их серийного производства.

5.2. Для обеспечения селективности защиты и надежности её работы автоматические выключатели должны устанавливаться:

на всех линиях (фидерах), отходящих от подстанции;

в местах ответвления от основных магистральных линий;

при ступенчатой защите контактного провода в пунктах секционирования, которые определяются расчётным путем по длине контактной линии, но не ближе 500 м друг от друга.

5.3. Уставки срабатывания защиты должны выбираться из расчёта минимального значения тока к.з. защищаемого участка сети и удовлетворять следующим условиям:

а) максимальные толчки тока, возникающие при нормальной эксплуатации электровозов, не должны вызывать отключение автомата;

б) к.з. в любом месте защищаемого участка сети должно вызывать отключение автомата.

Таким образом, уставка срабатывания защиты должна удовлетворять условиям:

для устройства максимально-токовой защиты, реагирующей на абсолютное значение рабочего тока,

$$0{,}9\,\dot{J}_{кз\,min} \geq \dot{J}_{o} \geq 1{,}25\,\dot{J}_{p\,max}\,, \qquad (5.1)$$

где $\dot{J}_{кз\,min}$ – ток дугового к.з. в наиболее электрически удаленной точке защищаемого участка сети, А;

$\dot{J}_{p\,max}$ – максимальный рабочий ток тяговой сети, А;

для устройств защиты, реагирующих на скорость нарастания тока,

$$0{,}8\,\dot{J}'_{кз} \geq i'_{уст} \geq 1{,}25\,i'_{н\,max}\,;$$

$i'_{уст}$ – уставка срабатывания блока защиты по начальной скорости нарастания тока, А/с;

$i'_{кз}$ – скорость нарастания тока к.з.в наиболее удаленной от тяговой подстанции точке защищаемой сети, А/с;

$i'_{н\,max}$ – максимальная скорость нарастания тока нагрузки электровозов в пусковом режиме, А/с.

В случае невозможности одновременного выполнения указанных в выражении (5.I) условий необходимо увеличить ток к.з.,что достигается путем применения контактного провода большого сечения или двойного провода (параллельная подвеска двух контактных проводов одинакового сечения) и увеличения электрической проводимости рельсового пути. Для увеличения тока к.з. допускается присоединять к контактному проводу подпитывающие кабели.

5.4. Минимальное значение установившегося тока к.з. определяется по формуле

$$I_{кзmin} = \frac{\kappa U_0 - \Delta U}{R_{пс} + \Sigma R_c} \quad А, \qquad (5.2)$$

где κ – коэффициент, учитывающий колебание напряжения питающей сети; κ =0,95;

U_0 – напряжение холостого хода на шинах тяговой подстанции, В;

$$U_0 = \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) U_н ;$$

β – показатель внутреннего падения напряжения выпрямителей, %; принимается β = 6–8;

$R_{пс}$ – сопротивление преобразовательной подстанции, Ом;

ΣR_c – суммарное сопротивление всех элементов, входящих в цепь короткого замыкания, Ом;

ΔU – потеря напряжения в электрической дуге, которая возникает на месте к.з. (принимается 80В)

$$\Sigma R_c = R_п + R_{ок} + R_к + R_р , \qquad (5.3)$$

где $R_п$ – сопротивление питающего кабеля;

$R_{ок}$ – сопротивление отсасывающего кабеля;

$R_р$ – сопротивление рельсового пути;

$R_к$ – сопротивление контактного провода.

Сопротивление преобразовательной подстанции определяется из

выражения

$$R_{пс} = \frac{U_0 - U_н}{P_н \cdot m} \cdot U_н = \frac{U_0 - U_н}{J_н} \qquad (5.4)$$

или

$$R_{пс} = \frac{\beta \cdot U_н}{100 \cdot J_н},$$

где $U_н$ – номинальное выпрямленное напряжение, В;

$P_н$ – номинальная мощность одного агрегата, Вт;

m – число параллельно работающих агрегатов;

$J_н$ – номинальный ток выпрямительного агрегата, А.

Сопротивление I км питающего и отсасывающего кабелей определяется по формуле

$$R_к = \frac{\rho_к}{S_к \cdot m_к} \cdot 1000, \qquad (5.5)$$

где $\rho_к$ – удельное сопротивление материала жил кабеля;

$S_к$ – сечение токоведущей жилы кабеля, мм^2;

$m_к$ – число параллельно соединенных жил кабеля.

В табл.I.6 (см.приложение I) приведены данные электрического сопротивления I км кабелей с медными токоведущими жилами различных сечений.

Сопротивление I км контактного провода находится по формуле

$$R_{кп} = \frac{\rho_{кп}}{S_{кп} \cdot m_{кп} \cdot \xi} \cdot 1000, \qquad (5.6)$$

где $\rho_{кп}$ – удельное сопротивление материала контактного провода, Ом·мм^2/м;

$S_{кп}$ – номинальное сечение контактного провода, мм^2;

$m_{кп}$ – число параллельно подвешенных контактных проводов;

ξ – коэффициент, учитывающий износ провода.

Электрическое сопротивление контактных проводов различных сечений приведено в табл.I.I.

Коэффициент ξ рассчитывается по формуле

$$\beta = \frac{S_н - S_{изн}}{S_н}, \qquad (5.7)$$

где $S_н$ – номинальное сечение контактного провода, мм^2;

$S_{изн}$ – износ поперечного сечения контактного провода, мм^2.

В случаях, когда параллельно контактному проводу проложен подпитывающий кабель или второй контактный провод, величина сопротивления контактной сети определяется по формуле параллельного соединения проводников

$$R_{кс} = \frac{R_к \cdot R_{пк}}{R_к + R_{пк}}. \qquad (5.8)$$

Сопротивление рельсового пути, которое необходимо учитывать при определении тока к.з., находится по формуле

$$R_р = \frac{к}{m_р} \cdot r_р \cdot l_р \quad Ом, \qquad (5.9)$$

где $r_р$ – сопротивление I км рельсовой нити без учёта сопротивления в стыковых соединениях, Ом;

$к$ – коэффициент, учитывающий увеличение сопротивления рельсового пути из-за сборных стыков и износа рельсов; принимается К=2,2;

$m_р$ – число параллельных ниток рельсового пути;

$l_р$ – длина рельсового пути, км.

В табл.I.5 (приложение I) приведены сопротивления I км рельсового пути для различных типов рельсов с учётом допустимого их износа и сопротивления в стыковых соединениях.

Пример расчёта тока к.з. и выбора уставки срабатывания защиты приведен в приложении 2.

5.5. Для проверки соответствия расчётного тока к.з. фактическому значению рекомендуется суммарное значение сопротивления элементов цепи к.з. определять непосредственным измерением сопротивления *петли контактный провод – рельсовая цепь* (*рис.5.I*) приборами Ф4I03 (измеритель сопротивления), М4I6/I, измерительным мостом типа Р-333 или другими, им аналогичными приборами.

Для этого снимается напряжение с измеряемого участка сети (фидера). На тяговой подстанции соединяются накоротко питающий и

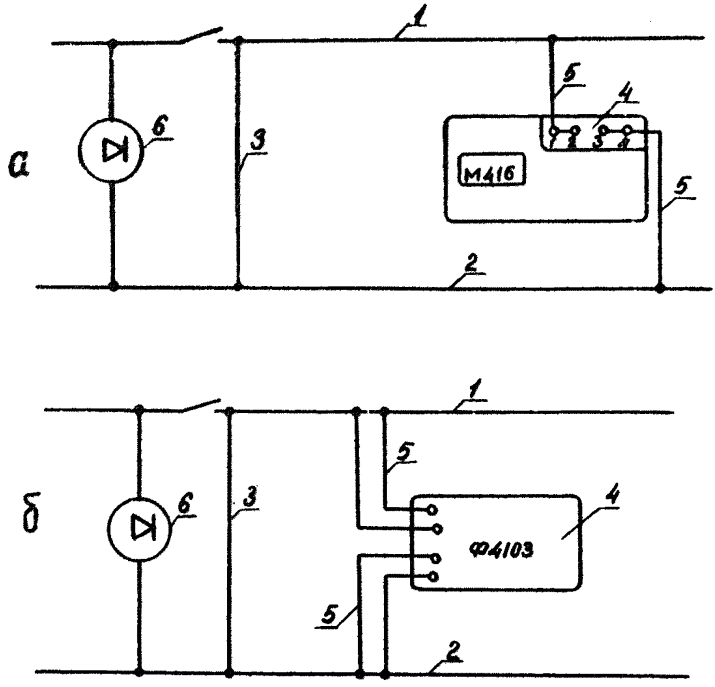

Рис.5.I. Схема измерения сопротивления петли контактный провод – рельсовая цепь:

а–прибором М 4I6/I; б – прибором Ф 4I03;

I–контактный провод; 2–рельс; 3–закорачивающий провод;4–прибор; 5 – соединительные провода; 6–преобразовательная подстанция

отсасывающий кабели закорачивающим медным проводом сечением не менее I00 мм^2. В пункте определения тока к.з. устанавливают прибор типа Ф4I03, снимают перемычки с зажимов $\dot{J}_1 E_1$ и $\dot{J}_2 E_2$ и присоединяют к ним гибкие медные проводники сечением не менее 2,5 мм^2, вторые концы которых присоединяют соответственно $\dot{J}_1 E_1$ к контактному проводу, $\dot{J}_2 E_2$ – к рельсам. После компенсации соединительных проводников приступают к измерению сопротивления петли. Фактическое значение ΣR_c отсчитывают по шкале прибора.

Ток к.з. определяют по выражению (5.2).

Если полученная величина тока к.з. будет менее первого рас-

чётного значения, то это свидетельствует о неудовлетворительном состоянии рельсовой цепи (например,отсутствие стыковых электросоединителей). В таком случае необходимо произвести проверку состояния рельсового пути и устранить выявленные недостатки.

За величину тока к.з. из двух значений принимается наименьшее.

Допускается производить измерения другими методами и приборами при условии согласования с органами Госгортехнадзора СССР о возможности их применения.

5.6. Проверка и настройка уставок срабатывания реле максимального тока (РМТ) автоматов типа АФВ, применяющихся для защиты шахтной контактной сети, должна производиться на поверхности или в шахте подачей прямого постоянного тока в токовую катушку РМТ по схеме, приведенной на рис.5.2.

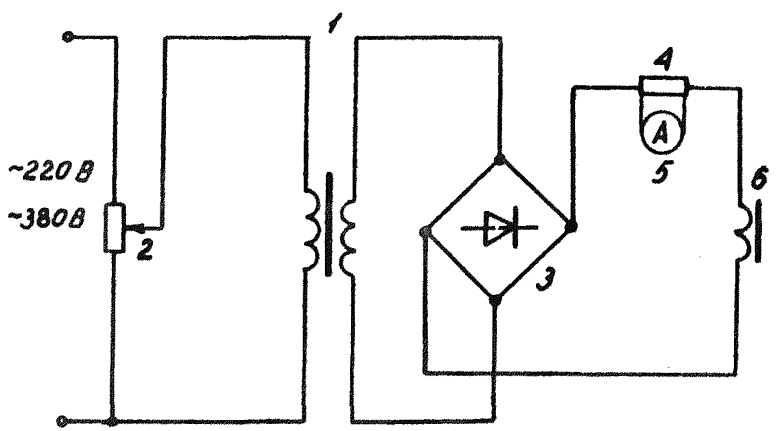

Рис.5.2. Схема проверки и настройки уставок РМТ подачей прямого постоянного тока в токовую катушку реле:

I - нагрузочный понижающий трансформатор; 2 - потенциометр или лабораторный автотрансформатор типа ЛАТР-2; 3 - мост из диодов типа ВК-200; 4 - измерительный шунт; 5 - амперметр постоянного тока; 6 - токовая катушка испытуемого реле

Допускается проверять и настраивать уставки РМТ косвенным методом, подачей постоянного тока в обмотку проверочной катушки, предназначенной для проверки работы реле на переменном токе кос-

венным методом. Схема проверки показана на рис.5.3.

Уставка РМТ по косвенному методу определяется по формуле

$$J_{уст} = \frac{J_{пр} \cdot W_{пр}}{W_т},$$

где $J_{пр}$ – ток срабатывания реле по амперметру;

$W_{пр}$ – число витков проверочной катушки по паспорту;

$W_т$ – число витков токовой катушки реле.

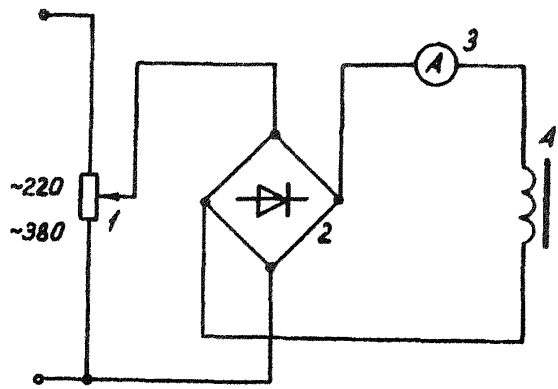

Рис.5.3. Схема проверки и настройки уставок РМТ косвенным методом, подачей постоянного тока в обмотку проверочной катушки:

I – потенциометр или лабораторный автотрансформатор типа ЛАТР-I или ЛАТР-2; 2 – мост из диодов типа КД202; 3 – амперметр постоянного тока; 4 – обмотка проверочной катушки РМТ

5.7. Проверка и настройка защиты, реагирующей на скорость нарастания тока автоматических подстанций типа АТП-500/275 и АТП-500/275 М, а также выбор уставки срабатывания защиты автоматических выключателей производится в соответствии с их заводскими инструкциями.

6. КОНТРОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТНЫХ СЕТЕЙ

6.I. Смонтированная контактная сеть должна быть подвергнута электрическим и механическим испытаниям.

6.2. Электрические испытания заключаются в определении состояния изоляции контактного провода и электрооборудования тяговой подстанции относительно земли, сопротивления участковых (секционных) изоляторов, состояния стыковых соединений рельсов, сопротивления контактной сети, сопротивления заземления оборудования, относящегося к контактной сети, проверке срабатывания автоматических выключателей, имеющих максимальную токовую защиту с расчётными уставками срабатывания.

6.3. Измерения сопротивления изоляции должны производиться мегомметром на II40 В или методом вольтметра-амперметра. Вольтметр и амперметр предпочтительнее применять многопредельные с классом точности не ниже 2,5. Допускается применение комбинированного прибора (ампервольтметра) типа Ц435 или других.

6.4. Сопротивление изоляции контактного провода относительно земли (токоведущих рельсов) измеряется при отключенном напряжении на измеряемом участке и отсоединенной нагрузке (электровозы, лампы сигнализации и т.д.). Измерения должны производиться по каждой секции в отдельности.

Измерение сопротивления изоляции (отдельных видов комплектующего электрооборудования преобразовательных агрегатов) осуществляется после их предварительного отсоединения от общей электрической схемы.

Измерение сопротивления изоляции участка контактного провода методом вольтметра-амперметра производится по схеме, представленной на рис.6.I.

С испытуемого участка снимается напряжение секционным разъединителем или выключателем. При этом все сигнальные устройства и другие токоприемники, питание которых осуществляется от контактного провода, должны быть отключены.

Сначала присоединяют вольтметр одним зажимом к рельсу при помощи магнитного контакта или струбцины. Другим при помощи присоединительной штанги с изолированной ручкой касаются отключенного контактного провода и убеждаются в отсутствии напряжения. После

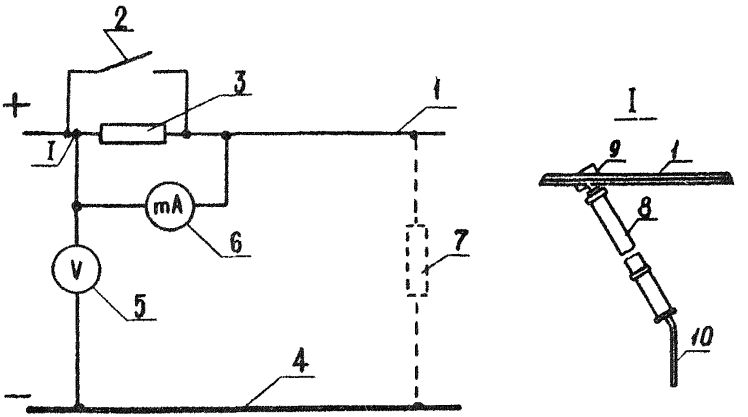

Рис.6.I. Схема измерения сопротивления изоляции участков контактной сети методом вольтметра-амперметра:

I-контактный провод; 2-секционный разъединитель;3-участковый изолятор; 4-рельс; 5-вольтметр; 6-миллиамперметр; 7-сопротивление изоляции; 8-изолирующая штанга; 9-контактный зажим; I0-соединительный провод

этого посредством штанги или зажима типа "крокодил" с изолированными ручками присоединяется миллиамперметр, как показано на рис.6.I, и присоединительной штангой касаются контактного провода, находящегося под рабочим напряжением, снимают показания приборов. Сопротивление изоляции определяют по формуле

$$R = \frac{U}{J} \quad Ом \quad . \qquad (6.I)$$

Отсоединение приборов производят в обратном порядке.

При измерениях мегомметром прибор подключается зажимом "Линия" к контактному проводу, зажимом "Земля" - к рельсам.

Схема присоединения мегомметра приведена на рис.6.2.

Порядок измерения:

а) проверяют исправность прибора путем вращения ручки генератора при разомкнутых зажимах. В этом случае стрелка должна

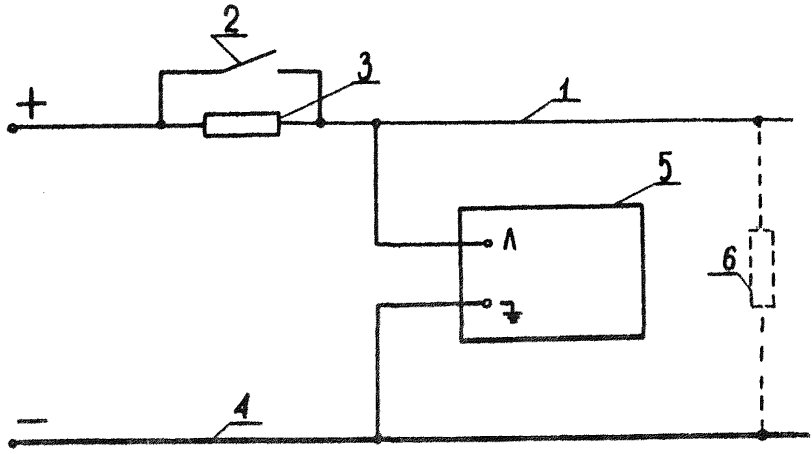

Рис.6.2. Схема измерения сопротивления изоляции контактной сети мегомметром:

1-контактный провод; 2-секционный разъединитель; 3-участковый изолятор; 4-рельс; 5-мегомметр; 6-сопротивление изоляции

устанавливаться на отметке " ∞ ". При замкнутых накоротко зажимах "Линия" и "Земля" стрелка прибора должна устанавливаться на нулевую отметку (разрешается только кратковременная работа мегомметра в таком режиме);

б) отключают испытуемый участок сети и, убедившись в отсутствии напряжения, отсоединяют все токоприемники, питающиеся от контактного провода;

в) зажим прибора "Линия" присоединяют к контактному проводу посредством проводника и контактного зажима типа "крокодил" с изолированными ручками, а затем "Земля" присоединяется к обратному токопроводу - рельсам;

г) переключатель пределов устанавливают в положение, соответствующее большему пределу измерения, и вращая рукоятку прибора со скоростью 120 об/мин, делают отсчёт по шкале после того, как стрелка измерителя займёт устойчивое положение (примерно через 30-40 с.).

При незначительном отклонении стрелки от "нуля" необходимо

перейти на следующий низший предел измерения.

При наличии посторонних токов в отключенной сети, о чем можно судить по интенсивности отклонения стрелки измерителя при остановленном генераторе, измерения следует производить два раза: вначале при одной полярности присоединения прибора, затем - при другой.

В этом случае значение сопротивления изоляции сети находят как среднее арифметическое двух показаний прибора.

Принципиальная схема измерения сопротивления секционного изолятора методом вольтметра-амперметра приведена на рис.6.3.

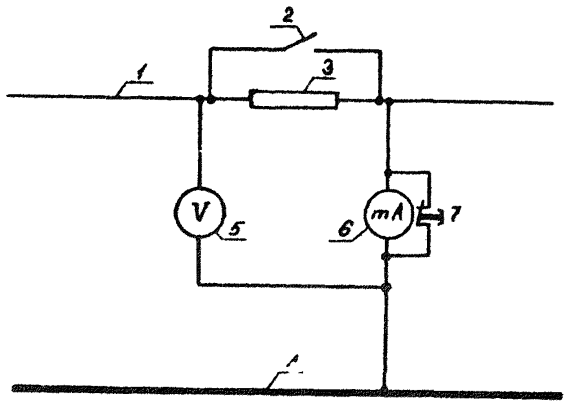

Рис.6.3. Принципиальная схема измерения сопротивления секционного изолятора:

I - контактный провод; 2 - секционный разъединитель; 3 - секционный изолятор; 4 - рельс; 5 - вольтметр; 6 - миллиамперметр; 7 - шунтирующая кнопка

Присоединение измерительных приборов к контактному проводу производится так же, как и при измерении сопротивления изоляции участков контактной сети при помощи штанги с изолированной ручкой.

Перед измерением секционный разъединитель ставят в положение "Выключено". При помощи вольтметра убеждаются в отсутствии напряжения на отключенном секционном участке контактного провода, после чего к нему присоединяют миллиамперметр, как показано на рис.6.3, и снимают показание прибора.

Затем при помощи штанги присоединяют вольтметр к контактному проводу, находящемуся под напряжением. Сопротивление секционного изолятора подсчитывают по формуле

$$R_{\text{д}} = \frac{U}{J} \quad Ом .$$

6.5. Сопротивление изоляции контактной сети и электрооборудования контактной откатки на напряжение до 300 В постоянного тока должно быть не ниже:

а) секции контактного провода	60 кОм
б) секционного изолятора и изолирующей вставки между сетями, питающимися от разных подстанций	0,5 МОм
в) тяговых электродвигателей и контроллеров	0,I МОм
г) аппаратуры управления и защиты и электропроводников электровозов (для отдельного элемента)	0,5 МОм
д) электрооборудования преобразовательных агрегатов	I МОм

В выработках с капежом временно допускается эксплуатация контактной сети при сопротивлении изоляции секции контактного провода не ниже 20 кОм. Для вновь смонтированной сети сопротивление секции контактного провода должно быть не ниже 300 кОм.

6.6. Сопротивление электрическому току в рельсовом стыке не должно превышать значения сопротивления 3 м длины одного рельса.

Измерение сопротивления рельсовых стыков должно проводиться не реже I раза в 3 месяца стыкомером СРШ-2 или другим измерительным прибором, допущенным к применению в шахтах. Результаты измерений должны регистрироваться в "Книге состояния путевого хозяйства".

В процессе эксплуатации проверку электрических сопротивлений рельсовых стыков допускается производить путем измерения общего электрического сопротивления участка рельсового пути. Для этого производят измерение сопротивления петли контактный провод – рельсовая цепь исследуемого участка пути по п.5.5.

Измеренная величина, за вычетом сопротивления участка контактного провода и соединительных проводов (при измерении мостом Р-333), не должна превышать значений, указанных в табл.I.5. Например: сопротивление петли контактный провод-рельсы исследу-

емого участка длиной 0,7 км, определенное прибором Ф4103, равно R =0,16 Ом. Контактный провод марки МФ-100, рельсы одноколейного пути типа Р-24.

Пользуясь табл.1.1, находим:

а) сопротивление контактного провода МФ-100 длиной 0,7км равно $R_{кп} = 0,176 \cdot 0,7 = 0,124$ Ом;

б) сопротивление рельсового пути $R_р = 0,16 - 0,124 = 0,036$ Ом;

в) сопротивление рельсового пути по табл.1 не должно превышать значения $R_{доп} = 0,0665 \cdot 0,7 = 0,0465$ Ом.

Из сравнения $R_р$ с $R_{доп}$ находим $R_р = 0,036 < R_{доп} = 0,0465$, что указывает на удовлетворительное состояние рельсовых стыков.

Значение $R_р > R_{доп}$ свидетельствует о неудовлетворительном состоянии электрических соединений в рельсовых стыках. В этом случае необходимо произвести визуальную проверку состояния стыковых электросоединителей с последующим измерением сопротивлений рельсовых стыков стыкомером СРШ-2. Поврежденные электросоединители следует восстанавливать.

6.7. Сопротивление заземления электрооборудования контактной сети допускается измерять приборами типа ИЗШ-59, МС-07,Ф4103, М1103 и другими в соответствии с заводскими инструкциями и требованиями ПБ в сроки, предусмотренные ПБ.

6.8. Проверка максимальной токовой защиты автоматических выключателей должна производиться в соответствии с требованиями ПБ и "Инструкции по проверке максимальной токовой защиты шахтных аппаратов". Порядок и сроки проверки максимальной токовой защиты определяются требованиями ПБ. Схемы проверки максимальной токовой защиты приведены на рис.5.2 и 5.3.

6.9. Механические испытания включают в себя проверку вертикальных и горизонтальных габаритов контактного провода, величины отклонения его от оси пути, степени натяжения, а также наружный осмотр контактной сети.

6.10. Проверка подвески контактного провода производится путём пробного проезда электровоза по откаточным выработкам при скорости движения не более 1-1,5 м/с.

Места схода токоприёмника с контактного провода отмечаются, после чего участок обеспечивается ближайшим секционным выключа-

телем (разъединителем), ослабляется крепление поперечной оттяжки и передвигается подвесная арматура вместе с проводом до требуемого положения.

6.II. При пробном проезде дополнительно производится осмотр стыковых соединений рельсов, междурельсовых перемычек и счалок контактного провода.

7. СОДЕРЖАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

7.I. На участке подземного транспорта должна находиться следующая документация:

книга регистрации состояния электрооборудования и заземления;

схема электроснабжения откатки контактными электровозами;

схема контактной сети шахты.

На схеме электроснабжения откатки контактными электровозами должны быть указаны марки, сечения и длины контактных проводов, питающих и отсасывающих кабелей, место установки и тип автоматических выключателей и расчётные токи к.з. в наиболее электрически удаленной точке защищаемого участка контактного провода.

На схеме контактной сети шахты наряду с требованиями, изложенными в инструкции по типовому её оформлению (ПТЭ), должны быть указаны места установки автоматических выключателей и секционных разъединителей.

7.2. В процессе эксплуатации контактная сеть должна содержаться в исправном состоянии, что достигается тщательным уходом за ней и соблюдением следующих основных требований:

- устранение неисправностей во время текущих осмотров;
- выполнение графиков планово-предупредительного ремонта.

Указанные работы должны выполняться специально обученным персоналом под руководством лица технического надзора электромеханической службы участка ВШТ.

7.3. Ежедневно обслуживающий персонал (машинисты электровозов и дежурные электрослесари) должен производить наружный осмотр состояния контактной сети. Особое внимание должно уделяться состоянию изоляторов, качеству подвеса и растяжки контактного провода. Результаты осмотра и обнаруженные недостатки должны заноситься в "Книгу регистрации состояния электрооборудования и за-

земления" и исправляться в кратчайший срок в порядке текущего ремонта.

7.4. В соответствии с графиком, утвержденным главным инженером шахты, но не реже одного раза в 3 месяца главным энергетиком или назначенными им лицами должен производиться контрольный осмотр всей контактной сети.

Тщательному осмотру и проверке подвергаются участковые изоляторы и выключатели, пункты подвески контактного провода, состояние заземляющей проводки.

Особое внимание обращается на износ провода, наличие на нем изгибов и подгаров, исправность зажимов и состояние подвесной арматуры.

Изоляторы, на которых обнаружены трещины, сколы или следы перекрытия током, подлежат замене. Кроме того, контролируется правильность прохождения токоприемника по проводу, проверяется отсутствие касания конструкцией токоприёмника изоляторов или плеч растяжки.

При осмотре автоматических выключателей и секционных разъединителей обращается внимание на состояние контактов, изоляционных панелей, прочность крепления кабелей.

7.5. Ежегодно должен производиться контроль степени износа контактного провода.

Износ контактного провода определяется по оставшейся его высоте измеренной штангенциркулем у подвесных зажимов и в середине пролёта. Площадь износа находится по выражениям:

для провода типа МФ

$$S_{изн} = 1,4h\sqrt{r^2-(r-h)^2} \quad мм^2 ; \qquad (7.1)$$

для провода типа МФО

$$S_{изн} = 0,7Ah \quad мм^2, \qquad (7.2)$$

где h – высота износа, мм;

r, A – конструктивные размеры провода, мм; взяты по табл.I.4.

Контактный провод подлежит замене, если предельный допустимый износ провода (см.табл.I.4) отмечен в двух-трех местах по длине

секционированного участка контактной сети и если при этом средний износ достиг 75% допустимого. Если износ провода носит местный характер, изношенный участок его вырезается и заменяется вставкой из нового провода при помощи соединительных или стыковых зажимов.

На кривых участках пути и местах ответвления провод изнашивается быстрее, чем на прямых, поэтому наблюдение за износом в этих местах должно проводиться два раза в год.

Результаты измерений износа провода контактной сети заносятся в "Книгу регистрации состояния электрооборудования и заземления".

7.6. Измерения сопротивления изоляции контактной сети должны производиться после монтажа и ремонта, после аварийного отключения защитой, в случаях, когда реле утечки не позволяет повторное включение сети, а также периодически:

а) контактного провода – не реже одного раза в 3 мес.;

б) электрооборудования преобразовательных агрегатов и электровозов – не реже одного раза в год.

Периодические измерения могут не производиться, если контактная сеть оборудована устройствами защиты от утечек, осуществляющими непрерывный автоматический контроль изоляции.

Результаты измерений фиксируются в "Книге регистрации состояния электрооборудования и заземления".

Если сопротивление изоляции испытуемого участка контактной сети снижается ниже предусмотренного настоящим "Временным руководством...", то необходимо принять соответствующие меры для его повышения.

7.7. Для повышения сопротивления изоляции контактного провода относительно земли рекомендуется:

установить в оттяжках не менее двух изоляторов;

в местах усиленного капежа устраивать водоотводящие приспособления;

очищать от пыли и грязи изоляторы, а также заменять поврежденные изоляторы на новые;

в качестве оттяжек применять стальную проволоку с изоляционным покрытием. Для изоляции стальной проволоки (оттяжки) может быть использована изоляционная полихлорвиниловая трубка.

Обработка изоляторов небыстросохнущими изоляционными смаз-

ками и смазками, изготовленными на основе горючих масел (солидол и др.) или состоящими из горючих компонентов, не допускается.

7.8. Не реже одного раза в год должна производиться проверка износа рельсов. Износ рельсов определяется по их высоте. Измерение производится штангенциркулем и линейкой, приложенной к его подвижной губке.

Величина износа не должна превышать допустимого значения, указанного в табл.I.7 (см.приложение I) для каждого типа рельсов.

7.9. Проверка исправности аппаратуры защиты от токов к.з. , реле утечки и другого электрооборудования контактной сети должна производиться после их монтажа, а также в процессе эксплуатации в сроки, предусмотренные ПБ и заводскими инструкциями.

7.I0. Для повышения безопасности эксплуатации контактных сетей рекомендуются следующие мероприятия:

7.I0.I. Контактные электровозы должны быть оборудованы двухдужными токоприемниками (двумя токоприемниками) с независимым действием токосъёмных дуг. В процессе работы электровоза токосъем должен производиться обеими токосъемными дугами.

7.I0.2. Отвод электроэнергии от токоприемника должен производиться через полупроводниковые вентили типа ВК-200, как показано на рис.7.I.

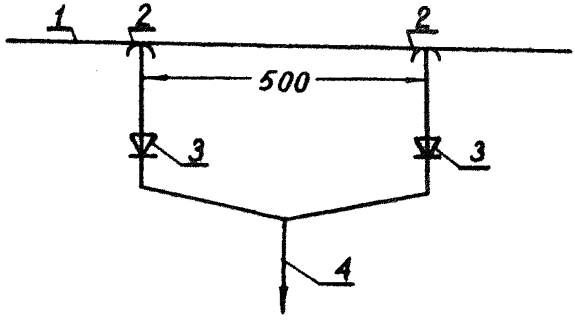

Рис.7.I. Отвод электроэнергии от двухдужного токоприемника:

I-контактный провод; 2-токосъемная дуга; 3-полупроводниковый вентиль; 4-кабель, проводящий ток к электрооборудованию электровоза

Допускается применение вентилей В-320 или ВЛ-320.

7.10.3. Давление токосъемной дуги на контактный провод должно составлять 50-70 Н.

Проверка и регулировка силы давления токосъемной дуги на контактный провод должны производиться после каждого ремонта токоприемника и в процессе эксплуатации не реже одного раза в полгода.

8. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ

8.I. К работе по монтажу и ремонту контактной сети допускаются лица с квалификацией по технике безопасности не ниже IУ.

8.2. Перед началом работы должны быть проверены исправность полиспастов, блоков и прочих приспособлений и инструментов, необходимых для монтажа сети.

8.3. Во время монтажа контактного провода воспрещается находиться под натягиваемым проводом или на внутренней стороне кривых, при монтаже на закруглениях, во избежание травмирования в случае соскакивания провода из зажима.

8.4. Места монтажных работ должны ограждаться хорошо видимыми сигналами.

8.5. При работах с блоками и стяжными винтами необходимо следить за тщательным креплением крюковых зажимов, чтобы избежать их срыва при натяжении контактного провода и троса.

8.6. К работе по осмотру, ремонту линии и измерению сопротивления изоляции допускается персонал, знающий схему питания и секционирования контактной сети.

Измерения должны производиться двумя лицами, одно из которых должно иметь квалификационную группу по технике безопасности не ниже IУ. Работы должны производиться по наряду, а в присутствии ответственного должностного лица (механика ВШТ, энергетика шахты) - по устному распоряжению с записью в журнала.

8.7. При всех работах, требующих обесточивания линии, необходимо до начала работы убедиться в отсутствии напряжения на данном участке контактного провода при помощи вольтметра, лампочки накаливания или индикатора напряжения.

Отключенный участок контактного провода должен быть заземлен на рельсы с обеих сторон.

8.8. Обязательное отключение контактного провода должно про-

изводиться при выполнении следующих работ:

смене контактного провода;

восстановлении оборванного контактного провода;

смене подвесок;

подвешивании сигнальных датчиков и проводов;

измерении сопротивления изоляции участка контактного провода и участкового изолятора;

измерении износа контактного провода.

Приложение I

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Таблица I.I

Технические данные контактных проводов марки МФ и МФО по ГОСТ 2584-75

Номинальное сечение провода, $мм^2$	Электрическое сопротивление I км провода при + 20°С, Ом	Допустимая длительная нагрузка, А	Сопротивление разрыву, $Н/мм^2$	Строительная длина, м	Расчётная масса g, кг/км
65	0,2708	455	$3,8 \cdot 10^2$	850-2500	578
85	0,2070	595	$3,7 \cdot 10^2$	I400-2000	755
I00	0,I760	700	$3,6 \cdot 10^2$	I400-I800	890
I20	0,I467	840	$3,5 \cdot 10^2$	I400-I800	I068
I50	0,II73	I050	$3,5 \cdot 10^2$	I400-I600	I335

Таблица I.2

Технические данные рельсов, применяемых для укладки откаточных путей

Тип рельсов	Строительная длина, м	Высота рельсов, мм	Ширина головки, мм	Площадь поперечного сечения, $см^2$	Расчётное сопротивление эл.току I м рельса, Ом	ГОСТ
Р-I8	8	90	40	22,88	$0,802 \cdot 10^{-4}$	6368-82
Р-24	8	I08	5I	3I,79	$0,602 \cdot 10^{-4}$	6368-82
Р-33	I2,5 (25)	I28	60	42,758	$0,433 \cdot 10^{-4}$	6726-53
Р-38	I2,5 (25)	I35	68	49,063	$0,378 \cdot 10^{-4}$	3542-47
Р-43	I2,5 (25)	I40	70	55,70	$0,333 \cdot 10^{-4}$	3542-47
Р-50	I2,5 (25)	I50	70	64,50	$0,287 \cdot 10^{-4}$	3542-47

Таблица I.3

Допустимые длительные токовые нагрузки для шахтных гибких шланговых кабелей с медными жилами

Сечение токопроводящей жилы, $мм^2$	Допустимый ток нагрузки, А		
	одножильных	двужильных	трехжильных
6	65	55	45
I0	90	75	60
I6	I20	95	80
25	I60	I25	I05
35	I90	I50	I30
50	235	I85	I60
70	290	235	200

Таблица I.4

Допустимый износ контактных проводов

Номинальное сечение, $мм^2$	Основные размеры проводов, мм, ГОСТ 2584-75										
	МФ						МФО				
	А	Н	r	допустимый износ			А	Н	r	допустимый износ	
				S,%	h,мм					S,%	h,мм
65	I0,I9	9,3	5,3	20	2,2		–	–	–	–	–
85	II,76	I0,8	6,0	20	2,5		–	–	–	–	–
I00	I2,8I	II,8	6,5	30	3,6		I4,92	I0,5	20	30	2,8
I20	I3,90	I2,9	7,0	30	4,0		I6,I0	II,5	25	30	3,I
I50	I5,50	I4,5	7,8	30	4,6		I8,86	I2,5	36	30	3,4

Таблица I.5

Электрическое сопротивление I км рельсового пути с учётом стыковых сопротивлений и износа рельсов

Тип рельса	Сопротивление I км пути, Ом/км	
	одноколейного	двухколейного
Р-I8	0,08544	0,04272
Р-24	0,06652	0,03326
Р-33	0,04860	0,02430
Р-38	0,044I0	0,02205
Р-45	0,03920	0,0I960
Р-50	0,033I0	0,0I685

Таблица I.6

Сопротивление электрическому току кабелей с медными токоведущими жилами по ГОСТ 22483-77 при 20°С

Номинальное сечение кабеля, мм	Сопротивление жилы I км кабелей, Ом/км	
	одножильных	многожильных
25	0,770	0,809
35	0,524	0,550
50	0,357	0,375
70	0,268	0,28I
95	0,I93	0,203
I20	0,I50	0,I58
I50	0,I20	0,I26
I85	0,0967	0,I03
240	0,0760	0,0798

Таблица I.7

Допустимый износ головки рельсов

Тип рельса	Технические параметры			Допустимый износ головки рельса, мм, не более		Контрольные размеры, мм, не более	
	общая высота рельса, мм	высота головки, мм	ширина головки, мм	по вертикали	по ширине	общая высота	ширине головки
Р-I8	90	20,9	40	8	Не	82	Не
Р-24	I07	26,3	5I	I2	норми-	95	норми-
Р-33	I28	27,I8	60	I6	руется	II2	руется
Р-38	I35	28,6	68	20		II5	
Р-43	I40	30,4	70	22		II8	
Р-50	I50	33,3	70	24		I26	

Приложение 2

РАСЧЁТ ТОКА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Пример I.

Питание тяговой сети осуществляется от преобразовательного агрегата АТП 500/275 М.

Исходные данные:

Выпрямленное напряжение холостого хода преобразователя $U_0 = 297$ В.

Согласно паспорту АТП 500/275 М $U_н = 275$ В;

$J_н = 500$ А.

Питающий кабель:

сечение жил $S_п = 120$ мм^2;

длина $\ell_п = 50$ м.

Отсасывающий кабель:

сечение жил $S_о = 120$ мм^2;

длина $\ell_о = 70$ м.

Контактный провод марки МФ:

номинальное сечение $S_{кп} = 100$ мм^2;

длина до точки к.з. $\ell_{кп} = 900$ м;

высота износа провода $h_{изн} = 0{,}5$ мм.

Рельсовый путь:

Р-33 длина $\ell_{р33} - 700$ м;

Р-24 длина $\ell_{р24} - 200$ м.

I. По формуле (5.4) сопротивление преобразовательной подстанции

$$R_{пс} = \frac{U_0 - U_н}{J_н} = \frac{297-275}{500} = 0{,}044 \text{ Ом}.$$

2. Сопротивление питающего кабеля (по табл. I.6)

$\rho_{120} = 0{,}150$ Ом/км

$R_п = \rho \cdot \ell_п = 0{,}150 \cdot 0{,}05 = 0{,}0075$ Ом.

3. Сопротивление отсасывающего кабеля $\rho_{120} = 0{,}150$ Ом/км (табл.I.6)

$R_о = \rho \cdot \ell_о = 0{,}150 \cdot 0{,}07 = 0{,}0105$ Ом.

4. Сопротивление контактного провода по табл.I.I

$$\rho_{100} = 0{,}I76 \text{ Ом/км};$$

$$R_{кп} = \frac{\rho \cdot \ell_{кп}}{\phi}. \qquad (2.I)$$

Для определения коэффициента износа ϕ определяется площадь износа по выражению (5.I)

$$S_{изн} = 1{,}4\,h\sqrt{r^2-(r-h)^2} = 1{,}4\cdot 0{,}5\sqrt{6{,}5^2-(6{,}5-0{,}5)^2} = 1{,}75 \text{ мм}^2$$

Для МФ-I00, согласно данным в табл.I-4, $r = 6{,}5$ мм,

$$\phi = \frac{S_н - S_{изн}}{S_н} = \frac{I00-I{,}75}{I00} = 0{,}9825.$$

Значения ρ, $\ell_{кп}$, ϕ подставляем в (2.I) и находим

$$R_к = \frac{\rho \cdot \ell_{кп}}{\phi} = \frac{0{,}I76\cdot 0{,}9}{0{,}9825} = 0{,}I6I22.$$

5. Сопротивление рельсового пути.

Сопротивление одноколейного рельсового пути с учётом допустимого износа и сопротивления в стыках находим по табл.I.5.

Для Р-33 $\rho_{33} = 0{,}0486$ Ом/км;

$$R_1 = \rho_{33} \cdot \ell_{рп} = 0{,}0486\cdot 0{,}7 = 0{,}03402 \text{ Ом}.$$

Для Р-24 $\rho_{24} = 0{,}06652$ Ом/км;

$$R_2 = \rho_{24} \cdot \ell_{рп} = 0{,}06652\cdot 0{,}2 = 0{,}0I3304 \text{ Ом};$$

$$R_{рп} = R_1 + R_2 = 0{,}03402+0{,}0I3304 = 0{,}047324 \text{ Ом}.$$

6. $\Sigma R_c = R_п + R_о + R_{кп} + R_{рп} = 0{,}0075+0{,}0I05+0{,}I6I22+$
$+0{,}047324 = 0{,}22654$ Ом.

7. Потерю напряжения в электрической дуге в точке возникновения к.з. принимаем $\Delta U = 80$ В.

8. Минимальный установившийся ток к.з. находим по формуле (3.2):

$$I_{к3.min} = \frac{\kappa U_0 - \Delta U}{R_{пс} + \Sigma R_c} = \frac{0{,}95\cdot 297 - 80}{0{,}044 + 0{,}22654} = 747{,}2 \text{ А}.$$

9. Уставка срабатывания защиты от тока к.з. выбирается исходя из условий (5.I).

Максимальный рабочий ток $j_{рmax}$ определяется при условии, что две трети работающих электровозов находятся в состоянии пуска, а одна треть - в состоянии установившегося движения.

$$j_{рmax} = \frac{1}{3} K_0 N (2 j_{пуск} + j_{раб}) \ A, \qquad (2.2)$$

где K_0 - коэффициент одновременности, зависящий от числа работающих электровозов (табл.2.I).

Таблица 2.I

Число работающих электровозов N	I-2	3-4	5-7	8 и более
K_0	I	0,8	0,7	0,6

N - число работающих электровозов;

$j_{пуск}$ - пусковой ток. Принимается равным I,2 часового тока;

$j_{раб}$ - средний поездной ток.

Часовой ток некоторых электровозов приведен в табл.2.2.

Таблица 2.2

Тип электровоза	14КР	7КРIУ	IOKPI IOKP2	I4KPI I4KP2	КIO	КI4	К7
Часовой ток	2х40	2хII0	2хII0	2х200	2хI42	2х204	2хI42

Средний поездной ток ориентировочно принимается равным 0,4 суммарного значения часового тока

$$j_{раб} = 0{,}4 j_{час} N.$$

Допустим, что число работающих электровозов типа IOKPI равно 2. Тогда

$j_{раб}$ = 0,4·2·II0·2 = I76 А;

$j_{пуск}$ = I,2·2·II0 = 264 А;

$j_{max} = \frac{I}{3} \cdot I{,}0 \cdot 2 \ (2 \cdot 264 + I76) = 469$ А.

По условию (5.I) ток срабатывания защиты

$$\dot{J}_0 \leq 0{,}8\,\dot{J}_{кз\,min} = 0{,}9 \cdot 747{,}2 = 672{,}5 \text{ А; вместе с тем}$$

$$\dot{J}_0 \geq 1{,}25\,\dot{J}_{p\,max} = 1{,}25 \cdot 469 = 586{,}2 \text{ А.}$$

Принимаем уставку тока срабатывания защиты $\dot{J}_0$ =630 А.

Если рабочий ток электровозов будет превышать значение уставки срабатывания защиты (устанавливается опытным путем в течение смены), то следует перейти на ступенчатую защиту участка контактного провода или усилить его вторым контактным проводом того же сечения, применив подвеску по схеме сдвоенного провода.В случае неудовлетворительных результатов перейти на децентрализованную схему питания.

Пример 2.

Исходные данные:

Тяговая подстанция АТП 500/275 М $\dot{U}_н$ = 275 В ;
$\dot{J}_н$ = 500 А.

Питающий кабель:

сечение токоведущих жил $S_п$ = I20 мм^2 ;
длина $\ell_п$ = I00 м.

Отсасывающий кабель:

сечение токоведущих жил $S_о$ = I20 мм^2 ;
длина $\ell_о$ = I00 м.

Контактный провод МФ:

номинальное сечение $S_{кп}$ = I00 мм^2 ;
длина до точки к.з. $\ell_{кп}$ = 2500 м ;
высота износа $h_{изн}$ = I,5 мм.

Рельсовый путь:

Р-33 двухколейный, длина $\ell_{рп}$ = I600 м ;
Р-24 одноколейный, длина $\ell_{рп}$ = 900 м.

I. Прибором Ф4I03 или М4I6/I определяется сопротивление цепи тока к.з. по п.5.5:

$$\Sigma R_c = 0{,}58 \text{ Ом.}$$

2. Внутреннее сопротивление тяговой подстанции находится по выражению (3.4). Для этого определяется выпрямленное напряже-

ние холостого хода преобразователя U_0:

$U_0 = (1 + \frac{\beta}{100}) U_н$, где принимают обычно $\beta = (0{,}06\text{-}0{,}08) \cdot 100$;

$$U_0 = (1 + \frac{8}{100}) 275 = 297 \text{ В};$$

$$R_{пс} = \frac{U_0 - U_н}{J_н} = \frac{297-275}{900} = 0{,}044 \text{ Ом}.$$

Принимаем потерю напряжения в электрической дуге, равной

$$\Delta U = 80 \text{ В}.$$

3. Минимальный ток к.з. определяется по формуле (5.2)

$$J_{кз\,min} = \frac{\kappa U_0 - \Delta U}{R_{пс} + \Sigma R_с} = \frac{0{,}95 \cdot 297 - 80}{0{,}044 + 0{,}58} = 320 \text{ А}.$$

4. Определение уставки

Примем число работающих электровозов $N = 1$ (7КРПУ), средний поездной ток

$$J_{раб} = 0{,}4 \cdot 2 \cdot 110 = 88{,}0 \text{ А};$$

$J_{пуск} = 1{,}2 J_{час} = 1{,}2 \cdot 2 \cdot 110 = 264$ А. Согласно табл.2.1 принимаем $K_0 = 1$; по формуле (2.2).

$$J_{max} = \frac{1}{3} K_0 (2 J_{пуск} + J_{раб.}) N = \frac{1}{3} \cdot 1 \cdot (2 \cdot 264 + 88) = 205 \text{ А}.$$

По условию (5.1) уставка тока J_0 должна быть

$$0{,}9 J_{кз\,min} \geq J_0 \geq 1{,}25 J_{p\,max};$$

$$0{,}9 \cdot 320 \geq J_0 \geq 1{,}25 \cdot 205; \quad 288 > J_0 > 256.$$

Принимаем $J_0 = 260$ А.

При $0{,}9 J_{кз\,min} < J_{p\,max}$ необходимо проверить проводимость рельсовой цепи на соответствие табличным значениям.

5. Проверка электропроводности рельсовых путей.

По выражению (5.1) определяется износ контактного провода

$$S_{изн} = 1{,}4 h \sqrt{r^2 - (r-h)^2} = 1{,}4 \cdot 1{,}5 \sqrt{6{,}2^2 - (6{,}2 - 1{,}5)^2} = 8{,}72 \text{ мм}^2;$$

$$\ell = \frac{100 - 8,72}{100} = 0,913.$$

Сопротивление контактного провода до точки к.з.

$$R_{кп} = \frac{\rho_{кп} \cdot \ell_{кп}}{\ell} = \frac{0,176 \cdot 2,5}{0,913} = 0,482 \text{ Ом}.$$

Сопротивление рельсовой цепи

$$R_р = \sum R_с - R_{кп} = 0,58 - 0,482 = 0,098 \text{ Ом}.$$

По табл.I.5 сопротивление двухколейного пути Р-33 длиной I,6км. пано од-околейного Р-24 длиной 0,9 км составляет:

$$R'_р = 0,02430 \cdot I,6 + 0,06652 \cdot 0,9 = 0,098748 \text{ Ом}.$$

Измеренное сопротивление рельсовой цепи $R_р$ не превышает значений, взятых по табл.I.5, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии рельсовых стыковых соединений.

При $R_р > R'_р$ необходимо принять меры по улучшению электрической проводимости рельсовой цепи (проверка стыковых сопротивлений).

Приложение 3

УПРОЩЕННЫЙ МЕТОД РАСЧЁТА ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Расчёт основан на использовании табличных значений токов к.з., рассчитанных для контактной сети, в которой длины рельсового пути, питающих и отсасывающих кабелей являются приведенными, т.е. пересчитанными по продольному сопротивлению на соответствующую длину контактного провода стандартного сечения 85 или 100 мм^2.

Табличные значения токов к.з. (табл.3) рассчитаны по методике, изложенной в разделе 5 настоящего Руководства.

Расчёт приведенных длин питающего и отсасывающего кабелей и рельсового пути производится по формулам:

для кабелей

$$l_{пр.к} = \frac{\rho_к}{\rho_{мф}} \cdot l_к \; ; \qquad (1)$$

для рельсового пути

$$l_{пр.рп} = \frac{\rho_{рп}}{\rho_{мф}} \cdot l_{рп}, \qquad (2)$$

где $l_{пр.к}$ – приведенная длина питающего или отсасывающего кабеля, м;

$l_{рп}$ – фактическая длина рельсового пути до точек к.з., м;

$\rho_к, \rho_{мф}, \rho_{рп}$ – удельное сопротивление 1 км, соответственно кабеля, контактного провода, рельсового пути, Ом;

$l_к$ – фактическая длина питающего или отсасывающего кабеля, м;

$l_{пр.рп}$ – приведенная длина рельсового пути до точек к.з., м.

Расчётные данные приведенных длин кабелей и рельсового пути представлены в табл.1.2, а токов к.з. – в табл.3.

2. Порядок определения тока к.з.

2.1. В первой колонке табл.1 находят значение фактической длины питающего кабеля. По этому значению в строке находят колонку, соответствующую фактическому сечению кабеля и фактическому сече-

нию контактного провода. Пересечение этой строки и столбца даёт значение приведенной длины питающего кабеля. Так же находится и приведенная длина отсасывающего кабеля.

2.2. Аналогично по табл. 2 на пересечении столбца и строки, соответствующих фактическим значениям сечения рельса и его длины до точки к.з., находится приведенная длина рельсового пути.

2.3. Приведенные длины питающего, отсасывающего кабелей, рельсового пути и фактической длины контактного провода суммируют и по полученному результату в табл.3 для фактического сечения контактного провода находят величину тока J к.з.

Пример упрощенного расчёта тока к.з.

Для сравнения исходные данные взяты из примера I приложения 2.

Питающий кабель:
- сечение $S_п$, мм^2 — I20;
- длина $\ell_п$, м — 50.

Отсасывающий кабель:
- сечение $S_о$, мм^2 — I20;
- длина $\ell_о$, м — 70.

Контактный провод Мф:
- сечение $S_{кп}$, мм^2 — I00;
- длина $\ell_{кп}$, м — 900.

Длина рельсового пути, м:
- $\ell_{рп\,33}$ — 700;
- $\ell_{рп\,24}$ — 200.

Преобразовательный агрегат — АТП-500/275.

По табл.I находим:

приведенная длина питающего кабеля $\ell_{пр.п}$ = 42,6 ≈ 43 м;
" " отсасывающего кабеля $\ell_{пр.о}$ = 60 м;
" " рельсового пути по табл.2 $\ell_{пр.рп33}$ =I93 м;
" " рельсового пути $\ell_{пр.рп24}$ = 75,6 ≈ 76 м;
длина контактного провода $\ell_{кп}$ = 900 м.

Суммарная приведенная длина цепи к.з.

$L_{пр.} = \ell_{пр.п} + \ell_{пр.о} + \ell_{пр.рп33} + \ell_{пр.рп24} + \ell_{кп} =$

43 + 60 + I93 + 76 + 900 = I272 м.

По табл.3 находим ток к.з. для приведенной длины цепи короткого замыкания, который составляет $J_{к.з.min}$ = 755 А, а по

расчёту (см. прилож.2, пример I) ток короткого замыкания $J_{кзmin}$ = 747,2 А. Погрешность расчёта не превышает I-2 %.

Таблица I

Приведенная длина кабеля

Фактическая длина питающего (отсасывающего) кабеля, м	Сечение кабеля, мм²							
	95		I20		I50		I85	
	сечение контактного провода, мм²							
	85	I00	85	I00	85	I00	85	I00
20	I9	22	I5	I7	I2	I4	9	II
40	37	44	29	34	23	27	I9	22
60	56	66	44	5I	35	4I	28	33
80	75	88	58	68	46	55	37	44
I00	93	II0	73	85	58	68	47	55
I20	II2	I32	87	I02	70	82	56	66
I40	I3I	I54	I0I	II9	8I	86	65	77
I60	I49	I76	II6	I36	93	I09	75	88
I80	I68	I97	I30	I53	I04	I23	84	99
200	I87	2I9	I45	I70	II6	I36	93	II0
220	205	24I	I59	I88	I28	I50	I03	I2I
240	224	263	I74	205	I39	I64	II2	I32
260	242	285	I888	222	I5I	I77	I22	I43
280	26I	307	203	239	I62	I9I	I3I	I54
300	280	329	2I7	256	I74	205	I40	I65
320	298	35I	232	273	I86	2I8	I50	I76
340	3I7	373	246	290	I97	232	I59	I87
360	336	395	26I	307	209	246	I68	I98
380	354	4I7	275	324	220	259	I78	209
400	373	439	290	34I	232	273	I87	220

Таблица 2

Приведенные длины рельсового пути

Фактическая длина рельсового пути до точки к.з., м	Приведенная длина рельсового пути при типах рельсов					
	Р-24		Р-33		Р-38	
	и сечении контактного провода, мм^2					
	85	100	85	100	85	100
1	2	3	4	5	6	7
20	6	8	5	6	4	5
40	12	15	9	11	9	10
60	19	23	14	17	13	15
80	26	30	19	22	17	20
100	32	38	24	28	21	25
120	39	45	28	33	26	30
140	45	53	33	39	30	35
160	51	61	38	44	34	40
180	58	68	42	50	38	45
200	64	76	47	55	43	50
220	71	83	52	61	47	55
240	77	91	56	66	51	60
260	84	98	61	72	55	65
280	90	106	66	77	60	70
300	96	113	70	83	64	75
320	103	121	75	88	68	80
340	109	129	80	94	72	85
360	116	136	85	99	77	90
380	122	144	89	105	81	95
400	129	151	94	110	85	100
420	135	159	99	116	90	105
440	141	166	103	122	94	110
460	148	174	108	127	98	115
480	154	181	113	133	102	120
500	161	189	117	138	107	125
550	177	208	129	152	117	138
600	193	227	141	166	128	150
650	209	246	153	180	139	163

Окончание табл.2

I	2	3	4	5	6	7
700	225	265	I64	I93	I49	I75
750	24I	284	I76	207	I60	I88
800	257	302	I88	22I	I70	20I
850	273	32I	200	235	I8I	2I3
900	289	340	2II	249	I92	226
950	305	359	223	262	202	238
I000	32I	378	235	276	2I3	25I
II00	354	4I5	258	304	234	276
I200	386	453	282	33I	256	30I
I300	4I8	49I	305	359	277	326
I400	450	529	329	387	298	35I
I500	482	567	352	4I4	320	376
I600	5I4	605	376	442	34I	40I
I700	546	643	399	469	362	426
I800	579	680	423	497	383	45I
I900	6II	7I8	446	525	405	476
2000	643	756	470	552	426	50I
2200	707	832	5I7	607	469	55I
2400	77I	907	564	663	5II	60I
2600	836	983	6II	7I8	554	652
2800	900	I058	657	773	596	702
3000	964	II34	704	828	639	752
3500	II25	I323	822	966	746	877
4000	I286	I5I2	939	II04	852	I003
4500	I446	I70I	I057	I243	959	II28
5000	I607	I890	II74	I38I	I065	I253

Примечание: Значения приведенных длин рассчитаны для одноколейного пути. При двухколейном пути значения уменьшаются в 2 раза.

Таблица 3

Значение токов к.з.

Приведенная длина цепи короткого замыкания $L_{пр}$, м	Расчетный минимальный ток к.з., А	
	Сечение контактного провода, мм^2	
	МФ-85	МФ-100
I	2	3
0	4594	4504
20	4I99	4254
40	3867	396I
60	3583	3705
80	3338	348I
I00	3I24	3282
I20	2937	3I0I
I40	2770	2945
I60	262I	280I
I80	2488	267I
200	2367	2552
220	2258	2444
240	2I58	2344
260	2067	2252
280	I983	2I67
300	I905	2088
320	I834	20I5
340	I767	I947
360	I706	I883
380	I648	I823
400	I594	I767
420	I544	I7I4
440	I497	I665
460	I452	I6I8
480	I4I0	I573
500	I37I	I53I
550	I28I	I436
600	I20I	I35I
650	II32	I276

Окончание табл.3

I	2	3
700	I070	I209
750	I0I5	II49
800	965	I094
850	920	I044
900	878	I000
950	840	957
I000	805	9I9
II00	744	85I
I200	69I	792
I300	646	74I
I400	606	696
I500	570	656
I600	539	62I
I700	5II	589
I800	485	560
I900	462	534
2000	44I	5II
2200	405	469
2400	374	433
2600	347	403
2800	324	377
3000	304	353
3500	263	306
4000	232	270
4500	207	242
5000	I87	2I9

Перечень приборов, используемых при эксплуатации контактной сети

Наименование прибора	Тип	Завод-изготовитель
Стыкомер рельсовый шахтный	СРШ-2	Экспериментальный завод ВостНИИ
Измеритель сопротивления заземления	Ф4103	п/о "Мегомметр", г.Умань
Измеритель сопротивления заземления	М416/1	То же
Комбинированный прибор	Ц4382	Завод "Электроизмеритель", г.Житомир

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	с.
I. Общие положения	3
2. Общие требования к схемам электроснабжения контактной сети	3
3. Тяговые подстанции (общие сведения)	5
4. Правила устройства контактной сети	6
4.I. Основные элементы сети	6
4.2. Подвеска контактного провода	9
4.3. Узлы секционирования	35
4.4. Питающие и отсасывающие пункты	4I
4.5. Рельсовые линии	43
4.6. Правила монтажа сигнальных устройств	46
4.7. Заземление электроустановок	49
5. Защита от токов короткого замыкания	50
6. Контроль электрических параметров контактных сетей	57
7. Содержание и эксплуатация контактной сети	63
8. Правила безопасности	67
Приложения	
I. Основные технические данные элементов контактной сети	69
2. Расчёт тока короткого замыкания	73
3. Упрощенный метод расчёта токов короткого замыкания	79

Ответственный за выпуск к.т.н. Ю.Н.Ильин.

Редактор Г.А.Олейникова. Корректор Т.И.Разумова.
Технолог Л.В.Шутова.

Подписано в печать 29.09.88.
Тираж 850 экз. Формат 60x90 1/16 Бумага №1. Уч.-изд.л. 5,0.
Заказ №63. 1988 г. Цена 75 коп.
Кемерово. Ротапринт ВостНИИ, ул.Институтская,3

gost.e-ecolog.ru