

МИНИСТЕРСТВО
УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзный научно-исследовательский
и проектный институт

ЦЕНТРОГИПРОШАХТ

Методика расчета односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки

Москва 1977

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

Всесоюзное объединение "Союзшахтопроект "

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОДНОСКИПОВОЙ С ПРОТИВОВЕСОМ МНОГОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

ВОМ 4 т - 77

Минуглепром СССР

Введена в действие как временная протоколом рассмотрения работы во В/О "Союзшахтопроект" от 23 сентября 1977 г., утвержденным Первым Заместителем Министра угольной промышленности СССР тов.Белым В.В.

Москва - 1977

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Методика расчета односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки 3-47

II. Примерный расчет 1-30

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки

В В Е Д Е Н И Е

I. Настоящая методика содержит расчет односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки шахт новых и реконструируемых (с проходкой нового ствола) и используется для составления алгоритмов основных проектно-вычислительных задач.

Разработанные алгоритмы предназначены для составления программ с последующей их реализацией на ЭВМ.

2. Основанием для разработки настоящей методики является приказ Шахтопроекта (В/О "Союзшахтопроект") № 6 от 30 декабря 1974 г.

3. При проектировании проектными организациями скиповых подъемных установок выявились разные подходы к решению одних и тех же технических вопросов. Единая методика расчета устраняет ошибки и разный подход к решению конкретных технических задач.

4. К числу основных задач, подлежащих решению с использованием настоящей методики, при проектировании шахтных подъемных машин относятся расчет и выбор:

1. типа и основных параметров сосудов;
2. типа и основных параметров канатов;
3. типа и основных параметров подъемных машин;
4. основных параметров кинематики подъема;
5. типа и основных параметров электропривода.

5. При разработке методики были использованы следующие нормативно-методические материалы и работы:

- ТЭО основных направлений развития подземного транспорта и подъема угольных шахт бассейнов, Центрогипрошахт, 1971 г.;
- "Основные направления и нормы технологического проектирования угольных шахт, разрезов и обогатительных фабрик", Минуглепром СССР, 1973 г.
- Конкретные проекты, выполненные институтами Южгипрошахт, Донгипрошахт, Гипрошахт и другими.

ГОСТ на канаты стальные, выпуск 2, 1969 г.

ГОСТ на машины подъемные шахтные многоканатные.

Справочник „Шахтные электрические лебедки и подъемные машины", Димашко А.Д., Гершиков И.Я., Кревневич А.А.

Авторы методики

Зам.директора по научной части — А.И.Митейко

Научный руководитель работы – главный инженер проектов — И.А.Рабинович

Составители методики

Главный инженер проектов — И.А.Рабинович

Начальник ЭМО — Г.Пейсахович

Главный технолог — Е.Шестопалова

Руководитель группы — А.Гринберг

Руководитель группы — Л.Талызина

Старший инженер — А.Ранинская

МНОГОКАНАТНАЯ ОДНОСКИПОВАЯ С ПРОТИВОВЕСОМ ПОДЪЕМНАЯ УСТАНОВКА

К основным факторам, влияющим на выбор шахтных подъемных машин, относятся:

I. Производственная мощность шахты А, т в год

2. Годовая производительность подъема A_{200}т, в год

3. Глубина разрабатываемого, а также всех последующих, подлежащих разработке, горизонтов - $H_{ш_1}$(м); $Hш_2$ и т.д.

4. Количество одновременно разрабатываемых горизонтов n_2 (шт.)

5. Количество горизонтов, подлежащих разработке - n_0 (шт).

6. Срок службы каждого из разрабатываемых горизонтов - $Тл_1$ (лет); $Тл_2$ и т.д.

7. Количество необходимых шахтовыдач n (шв)

8. Количество и типы скиповых подъемов, намечаемых для выдачи данного ископаемого.

9. Максимально возможные по условиям сечения ствола габариты в плане скипов, подлежащих навеске;

I0. Режим работы шахты в целом:

а) N - число рабочих дней в году;

б) $T_{сут}$ - число часов работы подъема в сутки;

в) $K_н$ - коэффициент неравномерности работы подъема.

г) характеристика горной массы (коэффициент K_I перевода объемного веса рядового угля в объемный вес поднимаемой горной массы).

РАЗДЕЛ I. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОДНОСКИПОВОЙ С ПРОТИВОВЕСОМ МНОГОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

I. Суточная производительность подъемной установки

По заданной годовой производительности подъема (т/год), с учетом объемного веса выдаваемой горной массы, определяется суточная производительность А сут по горной массе в тоннах с учетом режима работы шахты:

$$A\ сут. = \frac{A_{год} \cdot K_1}{N} \qquad т/сут. \qquad (I)$$

где: $A_{год}$ – годовая производительность шахты, тонн в год;

K_1 – коэффициент для перевода рядового угля в горную массу;

N – число рабочих дней в году.

2. Часовая производительность подъемной установки

$$A_{час} = \frac{A_{сут} \cdot K_н}{T_{сут}} \quad т/час \qquad (2)$$

где: $A_{сут}$ – суточная производительность шахты по горной массе в тоннах, определяемая с учетом режима работы шахты;

$K_н$ – коэффициент неравномерности поступления груза к стволу;

$T_{сут}$ – число часов работы подъема в сутки по выдаче полезного ископаемого.

Расчетное число часов работы подъема в сутки (I5 или I8) должно быть обосновано проектом с учетом: уровня механизации, количества работающих лав и режима их работы, времени на проведение профилактических мероприятий по предотвращению внезапных выбросов угля, породы, газа и других мероприятий, а также времени на осмотр ствола, канатов, проводников и выполнения мелких ремонтных работ.

3. Выбор подъемного сосуда

Наивыгоднейшая грузоподъемность скипа:

$$Q_p = \frac{K_п \sqrt{H_п} + \theta'}{3600} A_{час} \cdot Z \quad , \quad тс \qquad (3)$$

где: Q_p - расчетная наивыгоднейшая грузоподъемность скипа, тс;

$K_п$ - коэффициент продолжительности подъема;

$H_п$ - полная высота подъема; м

Z =I при двухскиповом подъеме; Z = 2 при односкиповом подъеме.

Технико-экономическими расчетами установлено, что по условиям минимальной эффективной мощности, наименьшего расхода энергии $K_П$ может изменяться в пределах от 4 до 6.

$K_П$ = 4 Целесообразно принимать при производительности подъемной установки до I200 т.т в год;

$K_П$= 5 Целесообразно принимать при производительности подъемной установки свыше I200 т.т в год и высоте подъема от 500 м и более;

$K_П$ = 6 Может оказаться целесообразным при производительности подъемной установки от I500 тыс.т в год и выше и высоте подъема от 700 м и более.

Однако $K_П$= 5 и особенно $K_П$ = 6 следует принимать, если навеска скипа увеличенной емкости не вызывает необходимости в увеличении диаметра ствола и если увеличение общих капитальных затрат окупается не более чем за 8-I0 лет за счет уменьшения эксплуатационных расходов;

Общая пауза: $\theta' = \theta_1 + \theta_2$ с;

θ_1 - пауза на загрузку-разгрузку скипов, величина которой принимается в зависимости от грузоподъемности скипов;

Емкость скипа, $м^3$	5	9,5	II	I5	20	25	35	55
Пауза, сек	7	I0	II	I5	20	25	35	45

θ_2 - время, затрачиваемое на нарастание момента и на растормаживание - 2,5 -3 с.

При односкиповом подъеме с противовесом величина паузы на полный цикл подъема, состоящий из операций: подъем груженого скипа, разгрузка скипа, спуск порожнего скипа и его загрузка принимается:

$$\theta''_{полн.одн.} = 2(\theta_1 + \theta_2) \quad с \quad (4)$$

Высота подъема:

$$H_п = H_ш + h_{загр.} + h'_c + h_{рс} + h_{прев.} \quad м \quad (5)$$

где:

$H_ш$ - глубина ствола до откаточного горизонта, м;

h'_c - высота скипа (без прицепных устройств), м;

$h_{загр}$ - высота от отметки околоствольного двора до отметки загрузки скипа у подземного бункера, м;

$h_{рс}$ - высота кромки приемного бункера, м;

$h_{прев.}$ - превышение днища скипа в период разгрузки над кромкой приемного бункера на поверхности ($h_{прев.} \cong 0{,}35$ м).

Для предварительных расчетов высоту подъема можно принимать:

а) для угольных скипов при грузоподъемности:

до I5 т $H_{П} = H_{Ш} + (50 \div 70$ м) (6)

от I5 до 30 т

$H_{П} = H_{Ш} + (70 \div 100$ м) (7)

б) для породных скиповых подъемов

$H_{П} = H_{Ш} + (40 \div 60$ м) (8)

На основании полученной расчетной грузоподъемности выбирается к установке скип грузоподъемностью, ближайшей к расчетной из числа предусмотренных к изготовлению стандартных скипов

$Q_{У}$ - геометрическая емкость скипа - $м^3$

$Q_{П}$ - грузоподъемность скипа - тс

$Q_{М}$ - собственный вес скипа - тс

(включая подвесные устройства).

В настоящее время угольные скипы емкостью 5-I5 $м^3$ имеют секторный затвор; емкостью 20-35 $м^3$ - клапанный затвор; породные скипы - как секторный затвор (конструкции Сибгипрошахта), так и клапанный затвор - конструкции Южгипрошахта.

Габариты выбранного скипа в плане прежде всего должны соответствовать сечению ствола, определенному по условиям вентиляции с учетом газового режима, ожидаемого при эксплуатации нижнего горизонта, намеченного проектом к разработке.

Если полезное ископаемое является ценным и боящимся дробления (антрациты и другие энергетические угли), то с целью сокращения высоты падения угля при загрузке его в скип следует предпочесть выбор скипа большего сечения в плане и меньшей высоты, если это позволяет сечение ствола, выбранное с учетом ряда условий - вентиляция, размещение труб, кабелей и пр.

Но нельзя исключить такого положения, когда по условиям вентиляции, на шахтах, не опасных по газу, или при нейтральных

по вентиляции стволах, сечение ствола получается настолько малым, что разместить в этом стволе необходимые скипы окажется невозможным.

При таких условиях приходится принимать сечение ствола по условиям размещения в нем наивыгоднейших по грузоподъемности сосудов и прочего оборудования (трубы, кабели и т.д.)

Если на данной шахте для выдачи полезного ископаемого используется один двухскиповой подъем и один односкиповой с противовесом, желательно, по возможности, типоразмеры скипов иметь на обоих подъемах одинаковыми.

4. Выбор подъемного каната

Одним из существеннейших элементов, определяющим основные параметры многоканатной подъемной машины, являются типоразмеры канатов, которые используются в качестве подъемных при многоканатном подъеме.

При расчете и выборе для многоканатного подъема типа подъемных канатов, временного сопротивления на разрыв их проволочек и диаметра канатов необходимо руководствоваться письмом Энергомеханического управления МУП СССР и В/О "Союзшахтопроект" № 25 - 4-3/175 от 02.0.3.77 г. (канаты принимать оцинкованные по ГОСТу 7668-69; из проволочки 160 кгс/мм2; диаметр 33,42 и 46,5 мм). В отдельных случаях, при соответствующих обоснованиях, допускаются отступления от этих указаний по согласованию с Энергомеханическим управлением МУП СССР и В/О "Союзшахтопроект".

5. Число подъемных канатов

При определении параметров многоканатных подъемных машин принципиальным вопросом является число подъемных канатов. Наиболее целесообразным является использование четырехканатных подъемных машин.

Шестиканатные подъемные машины целесообразно использовать там, где они могут обеспечить работу при схеме с углом обхвата 180^0 (без отклоняющих шкивов), а при сохранении четырех подъемных канатов будет неизбежен переход к работе при схеме с углом обхвата порядка 190^0 (при наличии отклоняющих шкивов). Следует однако, учесть, что такая целесообразность может возникнуть при расстоянии между отвесами канатов порядка 2250 мм и разности напряжения до 15 т или при расстоянии порядка 2800 мм и разности натяжения до 22 т, что в условиях *односкипового* подъема мало реально. Но кроме того, в ряде случаев при сосудах особенно большой грузоподъемности и при глубоких шахтах, когда четыре подъемных каната не обеспечивают необходимого удельного давления и запаса прочности каната, при приемлемых диаметрах последнего, бывает целесообразно прибегнуть к навеске шести и даже восьми подъемных канатов.

6. Расчет подъемных канатов

При односкиповом подъеме с противовесом расчет подъемного каната производится для условий подъема груженого скипа.

Для расчета подъемного каната при наличии уравновешивающего каната, вес погонного метра которого равен весу погонного метра подъемного, необходимо установить величину максимальной статической нагрузки, которая состоит из величины собственного веса сосуда ($Q_м$), веса полезного груза ($Q_п$) и веса полного отвеса всех подъемных канатов ($пр H_0$), где $п$ - число подъемных канатов; $р$ - вес погонного метра одного подъемного каната, кгс/м.; H_0 - максимальная длина отвеса одного подъемного каната от оси многоканатного шкива трения до находящегося у загрузочного устройства сосуда плюс длина одной ветви петли уравновешивающего каната при расположении сосуда у

загрузочного устройства.

$$H_o = H_к + H_ш + h_{загр.} + h_х \quad м \qquad (9)$$

где:

$H_к$ - высота копра, м (расстояние от отметки устья ствола до оси движущего шкива трения);

$h_х$ - длина одной ветви петли хвостового каната.

Требующийся подъемный канат можно определить, рассчитав:

а) необходимое разрывное сопротивление подъемного каната, либо

б) вес I погонного метра подъемного каната;

Разрывное сопротивление каждого из подъемных канатов определяется по формуле:

$$K_р = \frac{Q_к \cdot \sigma}{n_{гк}\left(\frac{\sigma}{m} - H_o \gamma_o\right)} \quad кгс \qquad (10)$$

Расчетный вес I пог.м каждого из $n_{гк}$ - подъемных канатов определяется по формуле:

$$P_р = \frac{Q_к}{n_{гк}(\mathcal{L}_o - H_o)} \quad кгс/пм \qquad (11)$$

где

$Q_к$ - концевая нагрузка, кгс

$$Q_к = Q_п + Q_м \quad кгс \qquad (12)$$

$n_{гк}$ - количество подъемных канатов, шт.

$\mathcal{L}_o$ - предельная отвесная длина каната (м), при которой вес каната вызывает в его опасном сечении (при сходе с дви-

жущего шкива) предельное напряжение, допускаемое Правилами Безопасности при соблюдении требуемого запаса прочности каната.

$$\mathcal{L}_0 = \frac{\sigma}{m\gamma_0} \qquad (13)$$

где:

σ - временное сопротивление разрыву кгс/см^2 (обычно I6000-I8000 кгс/см^2);

γ_0 - фиктивная плотность I м каната, приходящаяся на Iсм^2 сечения каната, кгс/см^2.м (отношение веса погонного метра каната в кгс/м к поперечному сечению проволок, составляющих канат, см^2.

Для стандартных подъемных канатов обычно принимается γ_0 = 0,85-0,93 кгс/м.см^2.

Расчетное значение можно принимать

$$\gamma_0 = 0{,}92 \text{ кгс/м.см}^2$$

m - статический запас прочности каната.

Для многоканатных подъемных установок запас прочности каната (постоянный) должен быть не ниже:

$m \geqslant 7$ - для грузовых многоканатных установок

$m \geqslant 8$ - для людских и грузо-людских -"-

Канаты для шахт глубиной более 600 м могут иметь переменный запас прочности в зависимости от высоты подъема, но он не должен быть ниже 4,5 кратного для грузовых подъемов и 5 кратного для людских и грузо-людских подъемных установок, поэтому при расчете нового каната, подлежащего навеске, принимается обычно запас прочности при грузовом подъеме 5-ти кратный, при людском — 5,5 кратный.

Одновременно необходима проверка отношения суммарного разрывного усилия проволок каната к концевому грузу (без учета веса каната), которое должно быть при м.к. подъеме не менее:

$m' \geq 9{,}5$ - для грузовых подъемных установок

$m' \geq 11{,}5$ - для людских и грузо-людских подъемных установок

При многоканатных подъемных установках возможны две схемы:

а) без отклоняющего шкива;

б) с отклоняющим шкивом.

Высота башенного копра при многоканатных подъемных установках зависит от многих факторов, основными из которых являются: наличие отклоняющих шкивов;

количество разных отметок копра, на которых предусматривается установка м.к. подъемных машин;

габариты подъемных сосудов и прицепных устройств,

отметка уровня разгрузки и т.д.

Для ориентировочных предварительных расчетов высоту башенного копра многоканатных подъемных установок определяем при наличии машинного зала только на одной отметке: (рис.I)

а) при схеме без отклоняющего шкива:

(диаметр многоканатного движущего шкива трения равен расстоянию между отвесами канатов, на которых расположены разные сосуды или сосуд и противовес)

$$H_{копра} \geq h_{рс} + h_{преб.} + h_{с} + h_{пп} + h_{ш} + h'_{п} + C \quad , м \qquad (14)$$

б) при схеме с отклоняющим шкивом

(диаметр многоканатного движущего шкива больше, чем расстояние между отвесами канатов, на которых расположены разные сосуды или сосуд и противовес):

$$H_{копра} \geq h_{рс} + h_{преб} + h_{с} + h_{пп} + h_{ш} + R_{шк} + h_{откл} \quad , м \qquad (15)$$

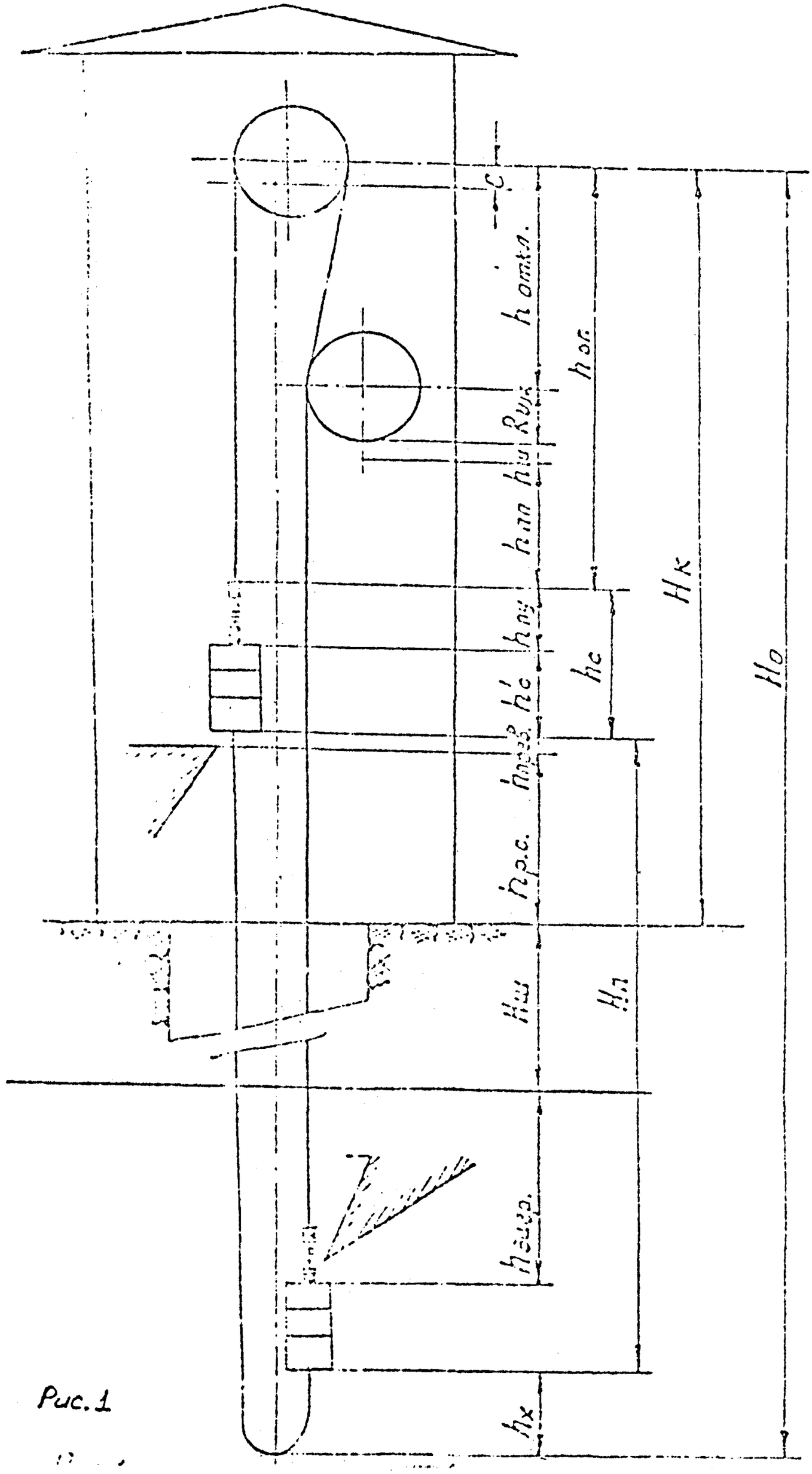

Рис. 1

где:

$h_{рс}$ – высота кромки бункера над отметкой земли, м;

$h_{преб}$ – превышение днища скипа в период разгрузки над кромкой приемного бункера. Обычно $h_{прев.} = 0{,}35$ м;

$R_{шк}$ – радиус отклоняющего шкива, м;

$h_{с}$ – высота скипа с прицепным устройством до верхнего жимка в канате;

$h_{пп}$ – высота переподъема, м;

При многоканатных подъемных установках высота переподъема должна быть не менее 7 м и состоять из высоты свободного переподъема не менее 3 м и высоты для размещения предохранительных устройств;

Высотой переподъёма для грузовых подъемов в скипах следует считать высоту, на которую может свободно подняться скип от нормального положения при разгрузке до соприкосновения верхнего жимка каната с ободом отклоняющего шкива или отдельных частей скипа с элементами копра.

Высота для размещения предохранительных устройств состоит из рабочего хода амортизатора предохранительного устройства и дополнительного (резервного хода) амортизатора.

Величина резервного хода должна быть не менее половины длины рабочего хода амортизатора;

$h_{ш}$ – высота шлюза, применяемого для герметизации ствола (обычно $h_{ш} = 1$ м).

$h_{п}$ – расстояние от шлюза до перекрытия машинного зала (при схеме без отклоняющего шкива), м;

$h_{откл}$ – расстояние по вертикали между осями движущего шкива трения и отклоняющего шкива;

$$h_{откл} = \frac{Д_б}{\sin\alpha_к} - \frac{l_s}{tg\alpha_к} \quad м \qquad (16)$$

$Д_б$ - диаметр шкива трения, м;

$\alpha_к$ - угол контакта каната с отклоняющим шкивом (при угле обхвата канатом барабана I90° $\alpha_к$ = I0°);

l_s - расстояние между отвесами одного и того же подъемного каната, м;

C - высота оси машины над полом машинного зала, м;

Определив необходимое разрывное сопротивление требующегося подъемного каната или вес его I пог.м, выбирается канат необходимой конструкции и свивки по таблицам ГОСТа 7668-69.. (см. стр. 8)

Принимается к навеске канат типа

$d_к$ - диаметр каната, мм

$P_{гк}$ - вес I п.м. подъемного каната, кгс/п.м.

σ - временное сопротивление разрыву, кгс/см^2

$K_р$ - суммарное разрывное усилие всех проволок одного каната, кгс

У подобранного подъемного каната проверяется статический запас прочности каната при равновесных уравновешивающих канатах и с учетом веса отвеса подъемных канатов.

а) при глубине шахты до 600 м включительно:

$$m \geqslant \frac{n_{гк} \cdot K_z}{Q_п + Q_м + n_{гк} \cdot P_{гк} \cdot H_o} \qquad (17)$$

б) при глубине шахты более 600 м:

Отношение суммарного разрывного усилия всех проволок всех подъемных канатов к концевому грузу (без учета веса каната долж-

но быть не ниже 9,5 – для грузового (М.К.) подъема).

$$m' \geqslant \frac{n_{гк} \cdot K_z}{Q_п + Q_м} \geqslant 9{,}5 \qquad (18)$$

Запас прочности по отношению к концевому грузу и весу отвеса каната в этом случае должен быть не менее 4,5 при грузовом подъеме, а к периоду навески каната рекомендуется принимать запас прочности порядка 5. При равновесных уравновешивающих канатах при грузовом подъеме при навеске:

$$m \geqslant \frac{n_{гк} \cdot K_z}{Q_п + Q_м + n_{гк} \cdot p_{гк} \cdot H_0} \geqslant 5 \qquad (19)$$

При тяжелых уравновешивающих канатах:

$$m_m = \frac{n_{гк} K_p}{Q_п + Q_м + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_х) + n_{гк} p_{гк} (h_{ог} + h_{пу})} \qquad (20)$$

7. Выбор уравновешивающих канатов

В условиях многоканатного подъема ориентируемся на навеску уравновешивающих канатов, причем суммарный вес погонного метра всех уравновешивающих канатов, как правило, должен быть равен весу погонного метра всех подъемных канатов. При выборе уравновешивающих канатов следует ориентироваться на малокрутящиеся многопрядные круглопрядные канаты (ГОСТы 3088-69; 16827-71; 16828-71) или на плоские стальные (ГОСТы 3091-69; 3092-69) или резинотросовые.

Число уравновешивающих канатов при многоканатном подъеме должно быть не менее двух и по возможности не более трех.

Необходимое количество уравновешивающих канатов обычно уточняется в процессе подбора его типоразмера и в зависимости от возможного их размещения прд клетью.

Вес I п.м. уравновешивающего каната выбирается из условия:

$$n_{гк} \cdot p_{гк} = n_{хк}\, q_{хк} \qquad (21)$$

где

$n_{хк}$ - количество уравновешивающих канатов

$q_{хк}$ - вес I п.м. уравновешивающего каната

8. Вес противовеса

При уравновешенной системе односкипового подъема с противовесом вес противовеса, рассчитываемый по условию минимальной мощности двигателя, принимается равным:

$$Q_{прот.} = Q_м + \frac{Q_п}{2} \qquad кгс \qquad (22)$$

9. Выбор подъемной машины

При определении необходимого минимального диаметра движущего шкива трения многоканатной подъемной машины, в соответствии с Правилами Безопасности, следует учитывать требующееся отношение диаметра барабана к диаметру навешиваемого подъемного каната.

При круглопрядных с линейным касанием или трехгранно-прядных канатах рекомендуется принимать отношение $\frac{Д_б}{d_к} \geq 79$, если установка не имеет отклоняющих шкивов, т.е. когда диаметр шкива трения равен расстоянию между отвесами канатов двух сосудов (угол обхвата каната движущего шкива трения в этом случае равен $\alpha = 180^0$).

При этих же канатах, если установка имеет отклоняющие шкивы, $\frac{Д_б}{d_к} \geq 95$ [x] во всех случаях при навеске закрытых канатов

x) согласно уточнению Госгортехнадзора

рекомендуется отношение $\frac{Д_\varepsilon}{d_к} \geqslant 100$.

Необходимые величины максимального статического натяжения и разности статических натяжений.

Определяем требующееся максимальное статическое натяжение канатов (F см.макс) и разность статических натяжений (R ст. неур.) и по этим значениям подбираем соответствующую многоканатную подъемную машину.

$$F_{\text{ст.макс.}} = Q_п + Q_м + n_{гк} p_{гк} H_o \quad ,\text{кгс.} \qquad (23)$$

когда вес погонного метра всех уравновешивающих канатов равен весу погонного метра всех подъемных канатов или

$$F'_{\text{ст. макс.}} = Q_п + Q_м + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_к) + n_{гк} p_{гк} (h_{ог} + h_{пу}) \qquad (24)$$

при тяжелом уравновешивающем канате.

Максимальная разность статических натяжений при односкиповом подъеме с противовесом при уравновешенной системе:

$$R_{\text{ст.неур.}} = \frac{Q_п}{2}$$; или при тяжелом хвостовом канате:

$$R'_{\text{ст неур}} = \frac{Q_п}{2} + \left[(n_{хк} q_{хк} - n_{гк} p_{гк})(H_п - h'_c)\right] \qquad (25)$$

С учетом выбранного диаметра движущего шкива трения, диаметра и числа подъемных канатов, величин максимального натяжения и разности натяжений канатов - предварительно выбирается многоканатная подъемная машина и уточняется соответствие ее параметров требующимся.

Следует учесть, что при заказе подъемных машин надо в анкете указывать в качестве требующихся: максимальную статическую нагрузку и максимальную разность статических натяжений в соответствии с последним ГОСТом и каталожными данными по заказываемой машине, а фактически требующуюся по расчету разность натяжений приводить с указанием, что она дается только для условий наладки тормозного устройства.

10. Проверка выбранных параметров многоканатных машин по удельному давлению каната по футеровку

Удельное давление каната на футеровку при круглопрядных, трехграннопрядных и закрытых канатах должно приниматься в зависимости от давления, допускаемого изготавливаемой футеровкой.

В настоящее время по данным завода-изготовителя м.к.подъемных машин футеровки допускают удельное давление при трехграннопрядных и круглопрядных канатах 20 кг/см2 и при закрытых - 25 кг/см2. Ведутся работы по изготовлению футеровок, допускающих при закрытых канатах удельное давление на футеровку - порядка 30 кг/см2. В ряде стран такая футеровка уже создана.

Удельное давление на футеровку при многоканатном односкиповом подъеме с противовесом следует определять по формуле:

$$\gamma = \frac{2Q_м + 1{,}5Q_п + n_{гк} p_{гк} \mathcal{L}_{гк} + n_{хк} q_{хк} \mathcal{L}_{хк}}{n_{гк} Д_б \cdot d_{гк}} \quad , \text{ кгс/см2} \qquad (26)$$

$\mathcal{L}_{гк}$ - длина одной ветви подъемного каната, м

$\mathcal{L}_{хк}$ - длина одной ветви хвостового каната, м

$$\mathcal{L}_{гк} = (H_о - h_х - h'_с) + \pi R_б + h_{откл} + R_б + h_ш + h_{пп}, \text{ м} \qquad (27)$$

$$\mathcal{L}_{хк} = H_п + 2h_х \quad , \text{ м} \qquad (28)$$

$Д_б$ - диаметр движущего шкива трения в см

$R_б$ - радиус движущего шкива трения в м

$d_{кг}$ - диаметр подъемного каната в см

γ - удельное давление каната на футеровку кгс/см^2

(удельное давление на футеровку определяется для нижнего, подлежащего разработке горизонта).

II. Проверка выбранной многоканатной машины по условиям скольжения

Так как особенностью многоканатной машины является принцип передачи подъемного усилия трением, то при расчете многоканатной подъемной установки чрезвычайно существенным является обеспечение условий, при которых не могло бы происходить проскальзывания канатов по канатоведущему шкиву.

В настоящее время коэффициент трения круглопрядного или трехграннопрядного канатов о футеровку принимается не свыше $f = 0{,}25$, при закрытых канатах не свыше $f = 0{,}2$.

Намечается создание футеровки, допускающей при трехграннопрядных или круглопрядных канатах $f = 0{,}8$, а при закрытых канатах $f = 0{,}25$.

Проверку на безопасность по условиям скольжения обычно необходимо производить для:

1. Периода ускоренного движения при подъеме груженого сосуда;

2. Периода аварийного торможения при спуске груженого сосуда;

3. В процессе перегона порожних сосудов.

Из указанных условий наиболее жесткими являются, как правило, требования, относящиеся к периоду аварийного торможения при спуске груженого сосуда.

Отметим, что в условиях скипового подъема, особенно оборудованного большегрузными скипами (20, 25, 35 $м^3$), как правило, не предусматривается его работа по спуску большого запроекти-

рованного полезного груза, однако проверку по определению величины критического замедления в режиме торможения при спуске груза все же приводим.

В первую очередь производится проверка на безопасность от скольжения в период основного ускорения при подъеме груженого сосуда.

j_2 - величину ускорения в период ускоренного хода вне разгрузочных кривых при подъемах со шкивом трения, как правило, не принимают больше 0,75-0,85 м/сек^2 по условиям предотвращения опасности скольжения. Величину коэффициента безопасности от скольжения следует проверять для верхнего эксплуатируемого горизонта:

$$\sigma_{cm} = \frac{S^{cm}_{опуск}\,(e^{f\alpha}-1)}{S^{cm}_{подн} - S^{cm}_{опуск}} = \frac{e^{f\alpha}-1}{K_{cm}-1} \qquad (29)$$

где: $S^{cm}_{подн.}$ - усилие в верхней части подъемного каната со стороны поднимающейся ветви, кгс

σ_{cm} - статический коэффициент безопасности от скольжения

σ_{cm} зависит от α, f, [illegible] и K_{cm} (см. табл.)

$S^{cm}_{опуск}$ - усилие в верхней части подъемного каната со стороны опускающейся ветви, кгс.

f - коэффициент трения каната о футеровку;

e - основание натуральных логарифмов, $e=2,178$

α - угол обхвата подъемным канатом движущего шкива трения

K_{cm} отношение натяжений груженой ветви к порожней

При многоканатном одноконцевом с противовесом подъеме проверку коэффициента безопасности от скольжения нужно производить для условий подъема противовеса, поскольку этот период является наиболее неблагоприятным по условиям скольжения:

$$S^{ст}_{опуск} = Q_м + n_{гк} p_{гк} (h_{ог} + h_{пу}) + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_х) \quad \text{кгс} \qquad (30)$$

$$S^{ст.}_{подн.} = Q_м + \frac{Q_п}{2} + n_{гк} p_{гк} (H_о - h_к - h'_с) + n_{хк} q_{хк} h_х \quad кгс \qquad (31)$$

где:

$h_{ог}$ - величина отвеса подъемных канатов от оси многоканатного шкива трения до подвесного устройства сосуда при положении сосуда у разгрузки

$$h_{ог} = h_{откл} + R_{шк} + h_ш + h_{пп} \quad м \qquad (32)$$

При расчете динамического коэффициента безопасности от скольжения:

$$\sigma_{дин} = \frac{S^{э}_{опуск} (e^{f\alpha} - 1)}{S^{э}_{подн} - S^{э}_{опуск}} \qquad (33)$$

где:

$\sigma_{дин}$ - динамические коэффициент безопасности от скольжения

$S^{э}_{опуск}$ - натяжение опускающейся ветви каната с учетом динамической нагрузки, кгс

$S^{э}_{подн}$ - натяжение поднимающейся ветви каната с учетом динамической нагрузки, кгс

α - угол обхвата канатом шкива трения.

Величины ($e^{f\alpha}$ -I) при разных значениях f и α следующие:

α	f	$e^{f\alpha}-1$
I80°	0,2	0,87
	0,25	I,I9
	0,3	I,56
I90°	0,2	0,94
	0,25	I,29
	0,3	I,7

При односкиповом подъеме с противовесом:

Натяжение поднимающейся ветви каната со стороны противовеса с учетом динамической составляющей нагрузки

$$S^{д}_{подн} = Q_м + 0{,}5\,Q_п + n_{гк}\,p_{гк}\,(H_о - h_х - h'_с) + n_{хк}\,q_{хк}\,h_х +$$

$$+ \left[\frac{Q_м + 0{,}5\,Q_п + n_{гк}\,p_{гк}\,(H_о - h_х - h'_с) + n_{хк}\,q_{хк}\,h_х}{9{,}81}\right] j_2 +$$

$$+ 0{,}075\,Q_п \qquad \text{кгс} \qquad (34)$$

$$S^{д}_{опуск} = Q_м + n_{гк}\,p_{гк}\,(h_{ог} + h_{пу}) + n_{хк}\,q_{хк}\,(H_п + h_х) -$$

$$- \left[\frac{Q_м + n_{гк}\,p_{гк}\,(h_{ог} + h_{пу}) + n_{хк}\,q_{хк}\,(H_п + h_х)}{9{,}81}\right] j_2 - \frac{Q_{откл}}{9{,}81} j_2 - 0{,}075\,Q_п \qquad \text{кгс} \qquad (35)$$

где $Q_{откл.}$ – приведенный вес всех отклоняющих шкивов, кгс;

Величина критического замедления, которое опасно по условию возможного возникновения скольжения при аварийном торможении в условиях спуска груза

$$j_{кр.с} = g\,\frac{e^{f\alpha} - K'_{ст}}{e^{f\alpha} + K'_{ст}} \qquad м/с^2$$

где g – 9,81 м/сек^2

$K_{ст}$ – коэффициент статических натяжений в данном случае = отношению натяжений со стороны груженой опускающейся ветви к поднимающейся порожней

$$K'_{ст} = \frac{S^{ст}_{опуск.\ груж.}}{S^{ст}_{подн.\ против.}} \qquad (36)$$

Критическое ускорение при пуске машины:

$$j_{кр.п.} = g\,\frac{e^{f\alpha} - K_{ст}}{e^{f\alpha} + K_{ст}}, \text{ где } K_{ст} = \frac{S_{подн.\ груж.}}{S_{опуск.\ против.}} \qquad (38)$$

(37)

Величины допустимых Кст макс $= \frac{F_{подн.}}{F_{опуск.}}$ и σ ст.миним. /миним. допустимый статический коэффициент безопасности от скольжения/ при условиях:

угол обхвата канатом движущего шкива трения $\alpha = 180^0$; коэфф. трения каната о футеровку шкива $f = 0,25$; минимальное критическое замедление принимается с запасом $\frac{1}{i}$ к требуемому Правилами Безопасности 1,5 м/сек^2, т.е. j кр.мин. $= \frac{1,5}{i}$

при i =	0,8	0,9	0,95	1
j кр.мин.=	1,875	1,67	1,58	1,5
Кст.макс.=	1,5	1,55	1,58	1,6
σ ст.мин. =	2,38	2,16	2,06	1,99

угол обхвата $\alpha = 190^0$ и коэффициент трения $f = 0,25$; j кр.мин. $= \frac{1,5}{i}$

i	0,8	0,9	0,95	1
j кр.мин.	1,875	1,67	1,58	1,5
К ст.макс.	1,56	1,63	1,65	1,7
σ ст.мин.	2,32	2,05	1,99	1,85

Значение j кр.мин. для режимов: при пуске машины; при авар.торможении в процессе спуска груза;
при перегоне порожних сосудов – определяется по формуле:

$$j\,\text{кр.мин.} = g\,\frac{e^{f\alpha} - \text{Кст}}{e^{f\alpha} + \text{Кст}} \quad м/с^2 \qquad (39)$$

В режиме торможения при подъеме груза:

$$j\,\text{кр.мин.} = g\,\frac{\text{Кст}\,e^{f\alpha} - 1}{\text{Кст}\,e^{f\alpha} + 1} \quad м/с^2 \qquad (40)$$

Значение Кст.макс. $= e^{f\alpha}\,\frac{1-0,102\,j\,\text{кр.мин.}}{1+0,102\,j\,\text{кр.мин.}}$

$$\sigma\,\text{ст. мин.} = \frac{e^{f\alpha} - 1}{\text{Кст} - 1.} \qquad (41)$$

В соответствии с требованиями завода-изготовителя многоканатных подъемов величину коэффициента запаса i при расчёте j кр мин следует принимать равной 0,8.

кф

f - коэффициент трения канатов о футеровку движущего шкива;

α - угол обхвата канатом шкива трения

Величина $j_{кр.с.}$ должна быть больше требуемой Правилами Безопасности величины тормозного замедления I,5 м/сек^2.

При торможении подъемной машины в условиях перегона порожних сосудов, когда $T_I = T_2$ (если вес подъемных канатов равен весу хвостовых канатов) и $K_{ст} = I$ величина критического замедления равна:

$$j_{кр.пер.} = g \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1} \quad м/с^2 \qquad (42)$$

Чтобы не было скольжения при перегоне порожних сосудов фактическое замедление торможения должно быть меньше $j_{кр.пер.}$ Но в условиях односкипового подъема с противовесом $T_I \neq T_2$ и $j_{кр.пер.}$ равняется $j_{кр.с}$ Критическое замедление торможения при подъеме груза:

$$j_{кр.т.п} = g \frac{K_{ст} e^{f\alpha} - 1}{K_{ст} e^{f\alpha} + 1}$$

I2. Кинематика подъема

Определяем основные элементы кинематики односкипового подъема с противовесом (рис.2).

$n_{час}$ - число подъемов с полезным ископаемым в час

$$n_{час} = \frac{A_{час}}{Q_п}, \quad \frac{подъемов}{час} \qquad (43)$$

число полных циклов подъема равно числу подъемов с полезным ископаемым

$T_{полн.ц}$ - возможная продолжительность полного цикла

$$T_{полн.ц.} = \frac{3600}{n_{час\ с\ пол.иск.}} = \frac{3600}{n_{циклов}}, \ сек \qquad (44)$$

$T_{чист.ц}$ - чистое время движения за один полный цикл односкипового с противовесом подъема:

$$T_{чист.ц.} = T_{полн.ц.} - 2\theta' \quad с \qquad (45)$$

где $$\theta' = \theta_1 + \theta_2 \quad с \qquad (46)$$

Тахограмма № 2

Диаграмма скорости, ускорений, усилий и мощности на валу барабана многоканатной односкиповой с противовесом подъемной установки за один полуцикл подъема (подъем только скипа или только противовеса) при двигателе постоянного тока и при скипе с секторным или клапанным затвором, а также при асинхронном двигателе и скипе с клапанным затвором.

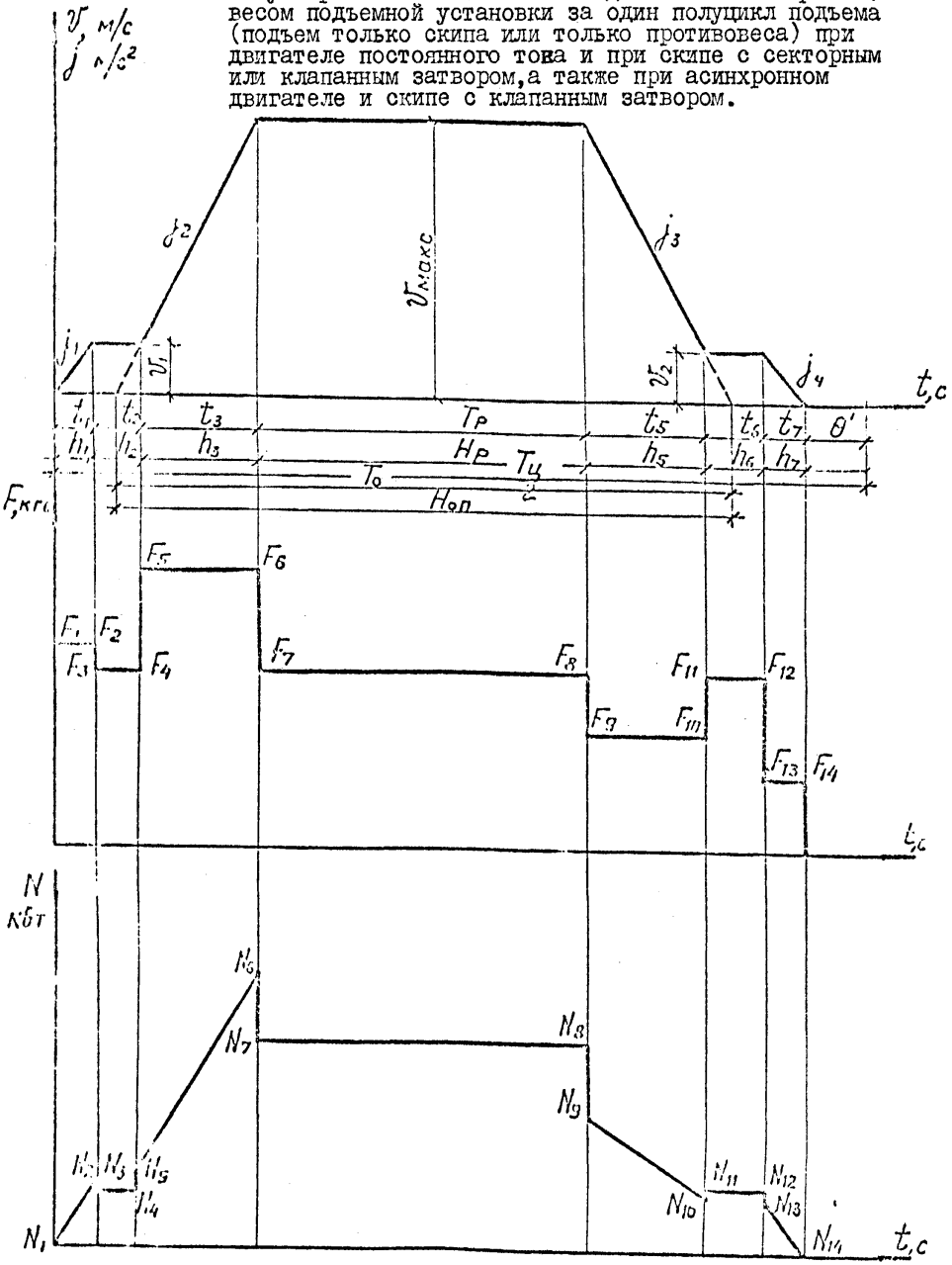

Рис. 2

θ_1 - пауза на загрузку или разгрузку скипа;

θ_2 - время на создание момента двигателя перед растормаживанием и на растормаживание;

$V_{ср.}$ - средняя скорость подъема

$$V_{ср} = \frac{2H_п}{T_{чист.ц}} \quad , м/с \text{ или} \qquad (47)$$

$$V_{ср} = \frac{H_п}{T_{чист.получ.}} \quad , м/с \qquad (48)$$

$V_{макс.ср.}$ - ориентировочная максимальная скорость подъема

$$V_{макс.ср} = \alpha' V_{ср} \quad м/с \qquad (49)$$

α' - множитель скорости.

Ориентировочная величина множителя скорости, зависящая от производительности, высоты подъема и чистого времени одного полного цикла принимается по прилагаемой таблице № I, но в условиях, когда в далтнейшем расчет должен вестись с учетом потери времени, связанной с работой АЗК, величину α' , приведенную в таблице № I, следует умножить на коэффициент порядка I,I5 при двигателях постоянного тока и на I,I при асинхронных двигателях.

Элементы тахограммы

В условиях шахтных подъемов в настоящее время применяются скипы как с секторным, так и с клапанным затвором.

В зависимости от типа затвора, и типа электропривода (асинхронный или двигателт постоянного тока) тахограмма скорости подъема при существующих разгрузочных кривых и при наличии АЗК, механически соединенного с подъемной машиной при скипах с екторным затвором и при асинхронном приводе соответствует тахограмме № I, а при скипах с секторынм затвором и двигателе постоянного тока, а также при скипах с клапанным затвором и двигателях асинхронных или постоянного тока - тахограмме № 2.

Диаграммы скорости, ускорений, движущих усилий и мощности на валу барабана.

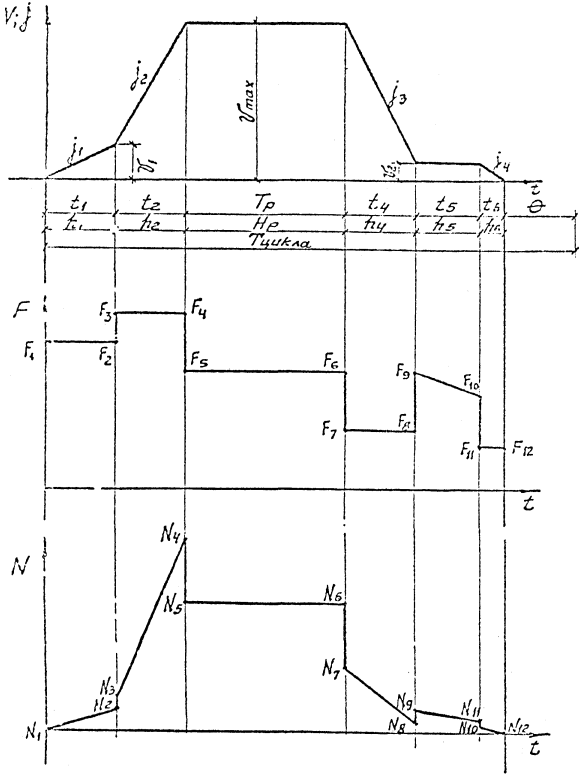

Рис 1.

При асинхронном приводе потери времени, связанные с работой АЗК, механически соединенного с подъемной машиной, имеют место лишь в период замедления и конца подъема.

При приводе от двигателя постоянного тока, принимаем, что программное устройство выключается на период максимальной скорости, и также конца каждого подъема и вновь включается в начале следующего подъема; в этом случае потери, связанные с работой АЗК, механически соединенного с подъемной машиной, учитываются как в течение периода до максимальной скорости (h_2), так и посл максимальной скорости (h_6).

В настоящей методике, предназначенной для односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки, расчет тахограммы ведется для варианта использования скипа с клапанным затвором (тахогр. № 2).

(Расчет тахограммы для варианта использования скипов с секторным затвором при асинхронном двигателе)- см. "Методики расчета двухскиповой или односкиповой с противовесом одноканатной подъемной установки".

При скипах с клапанным затвором длина пути в разгрузочной кривой принимается $h_{кр} = 3{,}5$ м.

Равномерная скорость движения скипа с клапанным затвором в кривых

$$V_1 = V_2 = 0{,}4 \text{ м/с}$$

Ускорение при перемещении скипа в разгрузочных кривых j_1, а также замедление при стопорении j_4

$$j_1 = j_4 = 0{,}2 \text{ м/с2}$$

Таблица № I

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ α и ρ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ И МОЩНОСТИ ПРИВОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Чистое время полного цикла под"ема $T_{чист.}$, сек.	Производственная мощность, тыс.т / год																							
	900								I200								I500							
	Высота под"ема, м																							
	500		700		900		I200		I500		500		700		900		I200		500		700		900	
	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ	α	ρ
I30											I,9	2,55							I,85	2,5				
I50	I,6	2,05									I,58	2,05	I,7	2,5					I,5	I,85				
I80	I,35	I,7	I,48	I,95							I,35	I,55	I,4	I,95	I,42	2,I			I,3	I,55				
200	I,25	I,6	I,35	I,75	I,48	I,95	I,54	2,4					I,3I	I,55	I,38	I,9					I,38	I,6	I,42	I,8
220			I,28	I,6	I,35	I,75	I,4	I,95					I,26	I,5	I,3	I,55					I,32	I,5	I,38	I,7
240			I,23	I,5	I,28	I,6	I,3	I,75					I,22	I,45	I,25	I,5					I,29	I,45	I,34	I,6
260					I,22	I,5	I,25	I,6	I,28	I,8							I,25	I,95			I,26	I,35	I,3I	I,5
280					I,2	I,45	I,22	I,5	I,25	I,65							I,22	I,6			I,25	I,3	I,29	I,4
300					I,I8	I,4	I,2	I,45	I,23	I,55							I,2	I,55						
320					I,I5	I,35	I,I8	I,4	I,22	I,5							I,I8	I,5						
340																	I,I5	I,45						

Продолжительность периода первоначального ускоренного хода t_1, а также периода замедления в конце движения (при стопорении) t_7

$$t_1 = t_7 = \frac{V_1}{j_1} = \frac{V_2}{j_4} \quad c \qquad (50)$$

В условиях односкипового с противовесом подъема, оборудованного асинхронным двигателем при подъеме груженого скипа с клапанным затвором принимаем величину $V_1 = 0{,}4$ м/с по аналогии с полуциклом подъема противовеса, где V_1 должно равняться 0,4 м/с.

Точно также в этих условиях при подъеме противовеса V_2 принимается равным 0,4 м/с.

Путь в период первоначального ускоренного хода h_1, а также при замедлении в конце движения

$$h_1 = \frac{j_1 t_1^2}{2} \text{ м} ; (51) \qquad h_7 = \frac{j_4 t_7^2}{2} \text{ м} \qquad (52)$$

Условный путь при скипе с клапанным затвором, двигателе постоянного тока и трапецеидальной тахограмме (см. тахограмму)

За время полуцикла движения при односкиповом подъеме с противовесом:

$$H'_{оп} = H_п - (h_1 + h_2 + h_6 + h_7) + \frac{V_1^2}{2j_2} + \frac{V_2^2}{2j_3} \text{ м; где} \qquad (53)$$

при двигателе постоянного тока и при принятой схеме работы АЗК, если программное устройство последнего выключается в конце каждого полуцикла подъема и вновь включается в начале следующего полуцикла – при подъеме груженого скипа;

$$h_2 = \frac{V_{макс}^2 - V_1^2}{2 j_2 n_{зуб.} \cdot K_м} - h_1 \quad м \quad (54)$$

$$h_6 = h_{кр} - h_7 + \frac{V_{макс}^2 - V_2^2}{2 j_3 n_{зуб.} K_м} + \frac{V_{макс} - V_2}{j_3} \Delta V; \quad м \quad (55)$$

при подъеме груженого скипа и при асинхронном двигателе : $h_2 = h_{кр} - h_1$ (56) (по аналогии с полуциклом подъема противовеса);

$$h_6 = h_{кр} - h_7 + \frac{V_{макс}^2 - V_2^2}{2 j_3 n_{зуб} \cdot K_м} + \frac{V_{макс} - V_2}{j_3} \Delta V \quad м$$

при подъеме противовеса при двигателе постоянного тока

$$h_2' = h_{кр} - h_1 + \frac{V_{макс}^2 - V_1^2}{2 j_2 \cdot n_{зуб} \cdot K_м} \quad м \quad (57)$$

$$h_6' = \frac{V_{макс}^2 - V_2^2}{2 j_3 n_{зуб} \cdot K_м} + \frac{V_{макс} - V_2}{j_3} \Delta V - h_7 \quad м \quad (58)$$

при подъеме противовеса и при асинхронном двигателе:

$$h_2' = h_{кр} - h_1 \quad м \quad (59)$$

$$h_6' = \frac{V_м^2 - V_2^2}{2 j_3 n_{зуб.} \cdot K} + \frac{V_м - V_2}{j_3} \Delta V - h_7 \quad м \quad (60)$$

где $\frac{V_{макс}^2 - V_1^2}{2 j_2 n_{зуб} \cdot K_м}$ или $\frac{V_{макс}^2 - V_2^2}{2 j_3 n_{зуб} \cdot K_м}$ путь, соответствующий потере времени при работе АЗК, связанный с

конечным числом зубьев на муфте АЗК

$n_{зуб.}$ число зубьев на муфте АЗК-88;

$K_м$ – коэффициент заполнения поверхности муфты АЗК зубьями, равный 0,89.

$\frac{V_{макс} - V_2}{j_3} \Delta V$ – путь, соответствующий потере времени при работе АЗК, связанной с ошибками при регулировании скорости, где возможная ошибка при регулировании скорости в течение I с движения $\Delta V = 0,I$.

Если программное устройство аппарата АЗК выключается только на период хода с равномерной максимальной скоростью и не выключается в конце полуцикла, то при подъеме скипа и при двигателе постоянного тока: $h_2 = h_{кр} - h_1$; (67) путь же h_6 остается таким, как он указан выше.

Дополнительные величины при определении пути h_2 и h_6 $\left(\frac{V_{макс}^2 - V_1^2}{2 j_2 \cdot n_{зуб} \cdot K_м} \right.$ – и соответственно $\frac{V_{макс}^2 - V_2^2}{2 j_3 \cdot n_{зуб} \cdot K_м} +$ $\left. + \frac{V_{макс} - V_2}{j_3} \Delta V \right)$ и связанная с ними дополнительная потеря времени имеет место при существующей схеме работы АЗК, причем дополнительные величины при определении пути h_2 имеют место при условиях, указанных выше.

Однако в настоящее время разработана ВНИИЭлектроприводом и опробована на 7 подъемных установках с двигателями постоянного тока унифицированная блочная система регуляторов (УБСР) вместе с тиристорным возбудителем и электронным задатчиком программы движения.

Следует проверить работу этой системы также в условиях асинхронного привода с динамическим или низкочастотно-регулируемым торможением.

Институтом ГМ и ТК совместно с МАШЗАВОДОМ им.ЛКСМУ им.М.М.Федорова разработана интегральная схема, обеспечивающая заданную программу подъема по времени без механической связи с подъемной машиной.

Когда будет использоваться одна из трех указанных электрических схем при достаточно точной системе регулирования или если расчет будет проведен по упрощенному методу, когда потеря времени, связанная с работой АЗК, не рассчитывается, а берется из прилагаемых таблиц (см.запись в конце записки) - тогда

$$h_2 = h_{кр} - h_1 \quad \text{и} \quad h_6 = h_{кр} - h_7 \qquad (62)$$

- Период первоначального равномерного хода: $t_2 = \frac{h_2}{v_1}$ с

Период равномерного хода перед стопорением

$$t_6 = \frac{h_6}{v_2} \quad с \qquad (63)$$

Условное чистое время движения при трапецеидальной тахограмме за полуцикл движения:

$$T_0' = T_{чист.\,0,5\,ц} - (t_1 + t_2 + t_6 + t_7) + \frac{v_1}{j_2} + \frac{v_2}{j_3} \quad с \qquad (64)$$

Условная средняя скорость

$$v_{ср}' = \frac{H_{оп}'}{T_0'} \quad , \quad м/с \qquad (65)$$

Модуль ускорения:

$$a = \frac{T_0'}{\frac{1}{j_2} + \frac{1}{j_3}} \qquad (66)$$

Намечаемая максимальная скорость:

$$v_{макс.н} = a - \sqrt{a^2 - 2a\,v'_{ср}} \qquad (67)$$

Расчетная скорость вращения органа навивки при намеченной максимальной скорости подъема:

$$n_{расч} = \frac{60\,v_{макс.ор}}{\pi\,Д_б} \quad \text{об/мин.} \qquad (68)$$

Если к установке намечается быстроходный двигатель, то, выбирая передаточное отношение зубчатой передачи i, определяем скорость вращения приводного двигателя.

$$n_{дв} = n_{расч} \cdot i \quad \text{об/мин.} \qquad (69)$$

где i – передаточное отношение изготавливаемой и выбираемой зубчатой передачи.

Выбирается ближайшее большее асинхронное число оборотов асинхронного двигателя (или число оборотов изготавливаемого двигателя постоянного тока) и при данном передаточном отношении зубчатой передачи определяется выбираемая максимальная скорость

$$v'_{макс} = \frac{\pi\,Д_б \cdot n_{факт}}{60\,i} \quad \text{м/с} \qquad (70)$$

При тихоходном двигателе постоянного тока число оборотов двигателя $n_{дв}$ выбирается по каталогу близким необходимому числу оборотов органа навивки.

Выбрав двигатель постоянного тока с определенным числом оборотов, окончательно уточняется величина максимальной скорости.

При мощности порядка до 1800-2000 квт предусматриваются к установке два асинхронных двигателя, одновременно работающих.

При мощности двигателей от 1800-2000 квт и выше принимаются к установке один или два двигателя постоянного тока - два быстроходных или один тихоходный.

В табл.2 приведены возможные максимальные скорости при многоканатных подъемных машинах при быстроходных двигателях.

Определяем остальные параметры тахограммы:

j_2 - ускорение скипа в период основного ускоренного хода, м/с^2;

t_3 - продолжительность периода основного ускоренного хода; с $t_3 = \frac{V_{макс} - V_1}{j_2}$ (71)

h_3 - путь, пройденный в период основного ускоренного хода; м

$$h_3 = \frac{V_{макс} + V_1}{2} t_3 \qquad (72)$$

j_3 - замедление в период основного замедленного хода, м/с^2.

t_5 - продолжительность периода основного замедления:

$$t_5 = \frac{V_{макс} - V_2}{j_3}, \text{ с} \qquad (73)$$

h_5 - путь пройденный в период основного замедления:

$$h_5 = \frac{V_{макс} + V_2}{2} t_5 \text{ , м} \qquad (74)$$

$H_р$ - путь пройденный скипом за один полуцикл в период равномерного хода при максимальной скорости

Таблица № 2

Возможные максимальные скорости подъема при многоканатных подъемных машинах с быстроходными двигателями

Тип машины	Диаметр барабана	Передаточное число редуктора	Число оборотов двигателя, об/мин			
			367	485	580	735
2,Ix4	2,I	7,35	5,48	7,25	8,67	I0,98
		I0,5	3,84	5,08	6,07	7,69
		II,5	3,5	4,33	5,54	6,7
2,25x4	2,25	7,35	5,84	7,7I	9,22	II,68
		I0,5	4,II	5,43	6,49	8,23
		II,5	3,74	4,95	5,9I	7,5
2,25x6	2,25	7,35	5,84	7,7I	9,22	II,68
		I0,5	4,II	5,43	6,49	8,23
		II,5	3,74	4,95	5,9I	7,5
2,8x6	2,8	7,35	7,34	9,7	II,6	-
		I0,5	5,I2	6,76	8,09	-
		II,5	4,68	6,I8	7,39	-
3,25x4	3,25	7,35	8,49	II,22	I3,42	-
		I0,5	5,94	7,86	9,85	-
		II,5	5,43	7,I7	8,58	-
4x4	4,0	7,35	I0,45	I3,8I	-	-
		I0,5	7,32	9,67	II,56	-
		II,5	6,68	8,83	I0,56	-

$$H_р = H_п - (h_1 + h_2 + h_3 + h_5 + h_6 + h_7) \quad м \quad (75)$$

$T_{р\,0,5ц}$ - продолжительность периода равномерного хода за один полуцикл при максимальной скорости.

$$T_{р\,0,5ц} = \frac{H_р}{V_{макс}} \quad с \quad (76)$$

$T_{чист.ск\,0,5ц}$ чистое время движения скипа за полуцикл, с.

$$T_{чист.ск.0,5ц} = t_1 + t_2 + t_3 + T_р + t_5 + t_6 + t_7 \quad (77)$$

$$T_{пск\,0,5ц} = T_{чист.ск.0,5ц} + \theta' \quad с \quad (78)$$

где $\theta' = \theta_1 + \theta_2$ θ_1 - время паузы на загрузку или разгрузку скипа;

θ_2 - время на нарастание момента и на растормаживание машины; $\theta_2 = 2{,}5\text{-}3$ с

Принимая время подъема противовеса в целом равным времени подъема скипа и время паузы при разгрузке и загрузке скипа - одинаковым и равным θ_1, общее время полного цикла подъема при односкиповом подъеме с противовесом составит:

$$T_{полн.цикла} = t_1 + t_2 + t_3 + T_р + t_5 + t_6 + t_7 + \theta' + t'_1 + t'_2 + t'_3 + T'_р + t'_5 + t'_6 + t'_7 + \theta' \quad с \quad (79)$$

Число подъемов груженого скипа в час

$$n_{час} = \frac{3600}{T_{полн.цикла}} \quad \text{подъемов груженого скипа/ч} \quad (80)$$

$А_г$ - фактическая часовая производительность подъема:

$$А_г = n_г Q_п \quad т/час$$

$T_{сут}$ - продолжительность работы подъема по выдаче суточной добычи, час/сутки

$$T_{сут} = \frac{А_{сут} \cdot K_н}{А_г} \quad (81)$$

Ориентировочная мощность приводного двигателя

$$P_{op} = \frac{\rho \cdot \frac{Q_n}{2} \cdot H_n}{102 \cdot T_{чист.0,5ц} \cdot \eta_z} \quad кВт \quad (82)$$

η_z – к.п.д. зубчатой передачи при *одноступенч.* зубчатой передаче – 0,96; при *двухступ.* зубчатой передаче – 0,92; при тихоходном двигателе – I,0.

ρ – динамический коэффициент эффективной мощности.

$\rho = f(K_n \alpha \varepsilon)$ принимается по прилагаемой таблице I.

K_n – коэффициент продолжительности подъема

ε – коэффициент динамического режима

α – множитель скорости.

Определив ориентировочную мощность двигателя и имея максимальную скорость подъема и число оборотов двигателя, выбираем по каталогу мощность ближайшего стандартного двигателя, устанавливаем допустимую перегрузку двигателя $\gamma_g = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$, маховый момент ротора $GД^2$ кгс.м^2.

I3. Приведенная масса

При работе м.к. подъемной машины вращательное движение получают: шкив трения, отклоняющие шкивы, ротор приводного двигателя, зубчатые колеса редуктора, а часть элементов подъема перемещается прямолинейно: сосуды, груз, канаты.

Приведенный вес подъемной установки определяется, как сумма приведенных весов всей системы.

I) Приведенный вес подъемной машины

Приведенный вес подъемной машины:

$$G_б' = \frac{GД^2_{маш}}{Д_б^2} \quad кгс \quad (83)$$

$GД^2_{маш}$ – маховый момент машины кгс.м^2 (без редуктора, электродвигателей, отклоняющих шкивов).

2) Аналогично определяется приведенный вес отклоняющих шкивов

$$G'_{шк} = \frac{GД^2_{шк}}{Д^2_{шк}}, \quad кгс \qquad (84)$$

$GД^2_{шк}$ – маховый момент всех отклоняющих шкивов кгс.м^2.

3) Приведенный вес ротора одного приводного двигателя

а) в случае, когда ротор соединен с валом барабана через редуктор

$$G'_{i\,рот} = \frac{GД^2_{рот}}{Д^2_б} i^2 \qquad кгс \qquad (85)$$

$GД^2_{рот}$ – маховый момент ротора двигателя, кгс.м^2, при наличии нескольких одновременно работающих двигателей – $G'_{i\,рот}$ соответственно увеличивается во столько раз, сколько двигателей одновременно работают;

б) в случае применения тихоходного двигателя, соединенного непосредственно с валом барабана

$$G'_{i\,рот} = \frac{GД^2_{рот}}{Д^2_б} \qquad кгс \qquad (86)$$

4) Приведенный вес редуктора

$$G_{ред} = \frac{GД^2_{ред}}{Д^2_б} \qquad кгс \qquad (87)$$

Тип редуктора выбирается по необходимому передаточному отношению зубчатой передачи с учетом необходимого крутящего момента на его тихоходном валу.

Определение ориентировочного требуемого момента на тихоходном валу редуктора производится по формуле:

$$M = \left(\frac{830 P_н \eta_з}{n_{дв}} \gamma_д - 0{,}025 K \frac{GД^2_{рот}}{R_б} i \right) i, \quad кгс\,м \qquad (88)$$

$P_н$ - номинальная мощность выбранного двигателя или двигателей, квт.

$n_{дв}$ - число оборотов выбранного двигателя, об/мин.

$\gamma_д$ - перегрузочная способность двигателя

$R_б$ - радиус органа навивки, м

$GД^2_{рот}$ - маховый момент ротора, кгс.м^2

i - передаточное отношение

η_z - к.п.д.

К - число одновременно работающих двигателей

Если двигатель один, то допустимый вращающий момент на тихоходном валу выбранного одноприводного редуктора должен либо равняться расчетному, либо быть больше расчетного.

При переходе на двухдвигательный привод двухприводной редуктор, изготавливаемый заводом имени ЛКСМУ, обеспечивает передачу максимального для него крутящего момента через две моторные вал-шестерни, каждая из которых предназначена для передачи половины крутящего момента.

По каталогу определяем тип редуктора и его маховый момент.

5) Вес поступательно движущихся частей при односкиповом с противовесом многоканатном подъеме

$$G_{пост} = Q_п + Q_м + Q_{против.} + n_{гк} \cdot p_{гк} \mathcal{L}_{гк} + n_{хк} q_{хк} \mathcal{L}_{хк}, \text{ кгс} \qquad (89)$$

Длина одного подъемного каната, м

$$\mathcal{L}_{гк} = (H_о - h_х) + \frac{\pi Д_б}{2} + h_{пп} + h_ш + h_{откл} + R_{шк} \qquad (90)$$

$h_{откл}$ - расстояние между осью шкива трения и осью отклоняющего шкива, м

$R_{шк}$ - радиус отклоняющего шкива, м

Длина хвостовых канатов:

$$\mathcal{L}_{хк} = H_п + 2h_х \quad м \qquad (91)$$

$2h_x$ – длина петли хвостового каната с учетом зачалок (ориентировочно можно принимать 30 м).

Сумма приведенных к окружности органа навивки весов движущихся частей подъемной системы:

$$\Sigma G' = G_б' + G_{прот}' + G_{ред}' + G_{шк}' + G_{пост}, \quad \text{кгс} \quad (92)$$

Определяем массу движущихся элементов подъемной системы, приведенную к окружности навивки

$$J_п = \frac{\Sigma G'}{g} \quad \text{кг.м.} \quad (93)$$

Уточняем величину крутящего момента на валу редуктора М = Ммакс – $-J_{рд}\Sigma$ (94), где $J_{р.д}$ – приведенный к оси шкивы момент инерции ротора двигателя $J_{рд} = \frac{G_{рот}}{3,81} R_б^2$ (95) $\frac{кгсм}{с^2}$

Ммакс – максимальный момент на тихоходном валу редуктора;

$$Ммакс = (1,15\, Q_п + J_п j_2)\, R_б \quad (96)$$

Σ – угловое ускорение барабана, $рад/с^2$ $\quad \Sigma = \frac{j_2}{R_б}$

14. Величина основных ускорений и замедлений

Выбор основного ускорения при многоканатном подъеме производится с учетом необходимости обеспечения коэффициента безопасности от скольжения как статического так и динамического, ориентируясь на величину основного ускорения и замедления порядка 0,75-0,85 м/сек2.

Значение усилий на ободе барабана в различные периоды подъема скипа при уравновешенной системе односкипового с противовесом многоканатного подъема при

$$n_{гк}\, p_{гк} = n_{хк}\, q_{хк} \quad (97)$$

Используя уравнение динамики при односкиповом с противовесом подъема

$$F_{дв} = f\, \frac{Q_п}{2} \pm J_п j \quad \text{получаем:}$$

При односкиповом подъеме с противовесом:

а) при подъеме скипа

Усилие в начале и в конце периода первоначального ускоренного хода:

$$F_1 = F_2 = 1,15\, \frac{Q_п}{2} + J_п j_1 \quad (98)$$

Усилие в начале и в конце периода первоначального равномерного хода:

$$F_3 = F_4 = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} \qquad (100)$$

Усилие в начале и конце периода нормального ускорения

$$F_5 = F_6 = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} + \gamma_n j_2 \qquad (101)$$

Усилие в начале и в конце периода равномерной скорости

$$F_7 = F_8 = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} \qquad (102)$$

Усилие в начале и в конце периода нормального замедления

$$F_9 = F_{10} = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} - \gamma_n j_3 \qquad (103)$$

Усилие в начале и в конце периода дотяжки скипа с клапанным затвором в разгрузочных кривых при равномерном движении

$$F_{11} = F_{12} = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} \qquad (104)$$

Усилие в конце подъема скипа

$$F_{13} = F_{14} = 0{,}6^{x)}\ \frac{Q_n}{2} - \gamma_n j_4 \qquad (105)$$

б) <u>при подъеме противовеса</u>

Усилие в начале и в конце периода первоначального ускоренного хода

$$F_1' = F_2' = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} + \gamma_n' j_1 \qquad (106)$$

Усилие в начале и конце периода первоначального равномерного хода

$$F_3' = F_4' = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} \qquad (107)$$

Усилие в начале и в конце периода нормального ускорения

$$F_5' = F_6' = 1{,}15\ \frac{Q_n}{2} + \gamma_n' j_2 \qquad (108)$$

---

x) Коэффициент 0,6 учитывает при клапанном затворе начавшуюся разгрузку скипа.

Усилие в начале и в конце периода равномерной скорости

$$f_7' = F_8' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} \qquad \text{кгс} \qquad (109)$$

Усилие в начале и в конце периода нормального замедления

$$f_9' = F_{10}' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} - \gamma_n' j_3 \qquad \text{кгс} \qquad (110)$$

Усилие в начале и в конце периода дотяжки противовеса при равномерном движении

$$f_{11}' = F_{12}' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} \qquad \text{кгс} \qquad (111)$$

Усилие в конце подъема противовеса

$$f_{13}' = F_{14}' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} - \gamma_n' j_4 \qquad \text{кгс} \qquad (112)$$

При односкиповом подъеме с противовесом при подъеме скипа

$f_1 = f_2$; $f_3 = f_4$; $f_5 = f_6$; $f_7 = f_8$; $f_9 = f_{10}$; $f_{11} = f_{12}$; $f_{13} = f_{14}$.

при подъеме противовеса

$f_1' = F_2'$; $f_3' = F_4'$; $f_5' = F_6'$; $f_7' = F_8'$; $f_9' = F_{10}'$; $F_{11}' = F_{12}'$; $F_{13}' = F_{14}'$. x)

Величина эффективного усилия определяется по формуле:

$$f_{эфф} = \sqrt{\frac{\Sigma f^2 t}{T_{эфф}}} \,, \qquad \text{кгс} \qquad (113)$$

где $\Sigma f^2 t$ за полный цикл подъема xx)

$$\Sigma f^2 t = f_1^2 t_1 + f_3^2 t_2 + f_5^2 t_3 + f_7^2 T_p + f_9^2 t_5 + f_{11}^2 \cdot t_6 + f_{13}^2 \cdot t_7 + (f_1')^2 \cdot t_1' + (f_3')^2 \cdot t_2' + (f_5')^2 \cdot t_3' + (f_7')^2 T_p' + (f_9')^2 \cdot t_5' + (f_{11}')^2 \cdot t_6' + (f_{13}')^2 \cdot t_7' \,. \qquad (114)$$

xx) Полный цикл подъема соответствует подъему скипа и подъему противовеса.

x) Расчет усилий на ободе барабана при тяжелом уравновешивающем канате. см. „Методику расчета одноканатных скиповых подъемов".

Для общего случая семипериодной тахограммы скорости при двигателе постоянного тока за полный цикл подъема:

$$T_{эфф} = t_1 + t_2 + t_3 + T_p + t_5 + t_6 + t_7 + \theta' + t'_1 + t'_2 + t'_3 + T'_p + t'_5 + t'_6 + t'_7 \qquad (115)$$

При семипериодной тахограмме и при асинхронных двигателях за полный цикл подъема:

$$T_{эфф} = 0{,}5(t_1 + t_2 + t_3 + t_5 + t_6 + t_7) + T_p + 0{,}25\theta' + 0{,}5(t'_1 + t'_2 + t'_3 + t'_5 + t'_6 + t'_7) + T'_p + 0{,}25\theta', \qquad (116)$$

где $\theta' = \theta_1 \pm \theta_2$

Если величина отрицательных усилий в период замедленного движения сравнительно незначительна и в этот период движение осуществляется при тормозном замедлении, то при определении $f_{эфф}$ в числителе соответствующие усилия f_9 и f_{10} не учитываются.

Если отрицательные усилия f_9 и f_{10} велики и в этот период используется динамическое торможение, то усилия f_9 и f_{10} при определении $f_{эфф}$ и $P_{эфф}$ учитываются, но при определении $P_{эфф}$ в случае быстроходного двигателя к.п.д. зубчатой передачи η_z для периода когда усилия = f_9 и f_{10} должен быть в числителе, а не в знаменателе.

Определив $f_{эфф}$, находим эффективную мощность двигателя:

$$P_{эфф} = \frac{f_{эфф} \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z} \quad кВт \qquad (117)$$

Зная $f_{макс} = 1{,}15\, Q_n \pm \gamma m j_2$ /

Проверяем строительную мощность двигателя по условию перегрузки при двигателе постоянного тока

$$P_{стр} = \frac{F_{max} \cdot V_{макс}}{102 \cdot \gamma_{дв} \cdot \eta_z} \qquad (118)$$

$\gamma_{дв}$ - перегрузочная способность двигателя, которая устанавливается по каталогу для двигателя, выбранного по эффективной мощности.

При двигателе постоянного тока его перегрузочная способность должна соответствовать условию,

$$\gamma_{ном} \geqslant \frac{F_{max}}{F_{ном}} \qquad (119)$$

Полезный расход энергии за полный цикл I подъема полезного груза:

$$W_n' = \frac{\frac{Q_n}{2} \cdot H_n \cdot 2}{102 \cdot 3600} = \frac{Q_n \cdot H_n}{102 \cdot 3600} \qquad (120)$$

На I т поднимаемого груза

$$W_{n\,1m}' = \frac{H_n}{367{,}3}\ , \text{ квтч.} \qquad (121)$$

Фактический расход энергии при двигателях постоянного тока за время полного цикла одного подъема полезного груза

$$W_n = \frac{\Sigma (Nt)}{3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \qquad (122)$$

$\eta_{умф}$ = кпд умформера = 0,85
или тиристора и трансформатора = 0,98

Мощность в отдельные периоды при подъеме скипа:

$$N_1 = \frac{F_1 \cdot v_0}{102 \cdot \eta_z} = 0 \quad (123); \quad N_2 = \frac{F_2 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (124) \quad N_3 = \frac{F_3 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (125)$$

$$N_4 = \frac{F_4 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (126) \quad N_5 = \frac{F_5 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (127) \quad N_6 = \frac{F_6 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (128)$$

$$N_7 = \frac{F_7 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (129) \quad N_8 = \frac{F_8 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (130) \quad N_9 = \frac{F_9 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (131)$$

$$N_{10} = \frac{F_{10} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (132) \quad N_{11} = \frac{F_{11} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (133) \quad N_{12} = \frac{F_{12} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (134)$$

$$N_{13} = \frac{F_{13} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (135) \quad N_{14} = \frac{F_{14} \cdot v_0}{102 \cdot \eta_z} \quad (136)$$

Мощность в отдельные периоды при подъеме противовеса

$$N'_1 = \frac{F'_1 \cdot v_0}{102 \cdot \eta_z} = 0 \quad (137) \quad N'_2 = \frac{F'_2 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (138) \quad N'_3 = \frac{F'_3 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (139)$$

$$N'_4 = \frac{F'_4 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (140) \quad N'_5 = \frac{F'_5 \cdot v_1}{102 \cdot \eta_z}; \quad (141) \quad N'_6 = \frac{F'_6 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (142)$$

$$N'_7 = \frac{F'_7 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (143) \quad N'_8 = \frac{F'_8 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z}; \quad (144) \quad N'_9 = \frac{F'_9 \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_z} \quad (145)$$

$$N'_{10} = \frac{F'_{10} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (146) \quad N'_{11} = \frac{F'_{11} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (147) \quad N'_{12} = \frac{F'_{12} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (148)$$

$$N'_{13} = \frac{F'_{13} \cdot v_2}{102 \cdot \eta_z}; \quad (149) \quad N'_{14} = \frac{F'_{14} \cdot v_0}{102 \cdot \eta_z}. \quad (150)$$

Расход энергии

а) при подъеме скипа

$$W_1 = \frac{(N_1 + N_2)\, t_1}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (151) \qquad W_2 = \frac{(N_3 + N_4) \cdot t_2}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (152)$$

$$W_3 = \frac{(N_5 + N_6) \cdot t_3}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (153) \qquad W_4 = \frac{(N_7 + N_8)\, T_p}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (154)$$

$$W_5 = \frac{(N_9 + N_{10}) \cdot t_5}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (155) \qquad W_6 = \frac{(N_{11} + N_{12})\, t_6}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (156)$$

$$W_7 = \frac{(N_{13} + N_{14}) \cdot t_7}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (157)$$

б) при подъеме противовеса

$$W_1' = \frac{(N_1' + N_2') \cdot t_1'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (158) \qquad W_2' = \frac{(N_3' + N_4')\, t_2'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (159)$$

$$W_3' = \frac{(N_5' + N_6')\, t_3'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (160) \qquad W_4' = \frac{(N_7' + N_8')\, T_p'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (161)$$

$$W_5' = \frac{(N_9' + N_{10}')\, t_5'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (162) \qquad W_6' = \frac{(N_{11}' + N_{12}')\, t_6'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (163)$$

$$W_7' = \frac{(N_{13}' + N_{14}') \cdot t_7'}{2 \cdot 3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{умф}} \quad (164)$$

Фактический расход энергии при двигателях постоянного тока за один полный цикл подъема груженого скипа и противовеса

$$W_{ф\,1п} = \Sigma W_{1-7} + \Sigma W'_{1'-7'} \qquad (165)$$

Дополнительный расход энергии, учитывающий расход энергии при неработающем подъемном двигателе, а также на освещение и пр.

$$\Sigma W_{доп} = 0{,}0023\ T_{п.ц} \qquad (166)$$

Полный расход энергии за один полный цикл подъема груженого скипа и противовеса:

$$W_n = 1{,}02\, W_{ф\,1n} + \Sigma W_{доп} \qquad (167)$$

Удельное значение фактического расхода энергии на I т поднимаемого груза при двигателях постоянного тока

$$W_{ф\,1m} = \frac{W_n}{Q_n} \qquad (168)$$

кпд подъемной установки при двигателях постоянного тока:

$$\eta_у = \frac{W'_{n\,1m}}{W_{ф\,1m}} \qquad (169)$$

где $W'_{n\,1m}$ - полезный расход энергии на I т поднимаемого груза

$W_{ф\,1m}$ - фактический расход энергии на I т.

Выше приведен полный расчёт подъёмной установки, с учётом возможной в настоящее время наибольшей потери времени, связанной с ошибками в работе АЗК по условиям конечного числа зубьев на муфте АЗК , отклонения скорости за счёт ошибок в системе авторегулирования электроприводом и принимая что АЗК отключается в конце каждого подъёма и вновь включается в процессе начинающегося подъёма. при двигателе постоянного тока, а при асинхронном приводе - перед основным замедлением.

Однако можно с вполне достаточной степенью точности вести расчёт, сперва условно принимая , что ошибок и потери времени, связанных с работой АЗК , в настоящее время нет , т.е. величины :

$$\frac{v_{макс}^2 - v_1^2}{2 j_2 n_к} ;$$

$$\frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2 j_3 n_к} ;$$

$$\frac{v_{макс} - v_2}{j_3} \Delta v$$

не учитываются и тогда, как указывалось выше, *при асинхронном двигателе*

$$h_5 = h_{кр} - h_6 \quad (170) \quad \text{и} \quad h_6 = h_{кр} - h_7 ; \; h_2 = h_{кр} - h_1 \; - \text{при двигателе постоянного тока.}$$

Но в этом случае при определении общего времени одного цикла, чистого времени одного подъема и возможной производительности подъема к полученному по расчету полному времени одного цикла подъема (см.стр.) прибавляется время, соответствующее потере времени за один подъем, которое приведено в прилагаемых двух таблицах:

таблица № 3 - для двухскипового подъема;
таблица № 4 - для односкипового с противовесом;

В каждой из этих таблиц величина потери времени за период полного цикла подъема дана в зависимости от:

1. величины максимальной скорости;

2. системы привода: асинхронный или постоянного тока;

3. конструкции затвора: секторный (V_1 и V_2 = 0,5 м/с) или клапанный (V_1 и V_2 =0,4 м/с)

Таким образом, фактическое полное время одного цикла подъема будет при этом методе расчета равно сумме расчетного времени за I цикл плюс время, соответствующее потере времени, связанной с работой АЗК

$$T_{полн.расч} = T_{п.цикла} + t_{пот.бр} = T_{чист.ц} + 2\theta' + t_{пот.бр.} \quad (171)$$

Уточненное фактическое число подъемов груженого скипа в час:

$$n_{ч.факт} = \frac{3600}{T_{полн.расч.}} \quad (172)$$

Фактическая часовая производительность подъема:

$$A_{час.факт.} = n_{час.факт.} \cdot Q_n \quad (173$$

Таблица № 4

При одноканатном подъеме с противовесом при скипе с секторным затвором при $v_1 = v_2 = 0{,}5$ м/с, а также при скипе с клапанным затвором при $v_1 = v_2 = 0{,}4$ м/с.

$v_{макс}$	При асинхронном двигателе				При двигателе постоянного тока			
	Общая длина пути, эквивалентная потере времени за полный цикл подъема (подъем скипа + подъем противовеса) $h_{пм} = 2\left(\frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2j_3} + \frac{v_{макс} v_2}{j_3} \Delta v\right)$		Потеря времени за полный цикл, с		Общая длина пути, эквивалентная потере времени за полный цикл подъема (подъем скипа + подъем противовеса) $h_{пм} = 2\left(\frac{v_{макс}^2 - v_1^2}{2j_2 n k} + \frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2j_3 n k} + \frac{v_{макс} - v_2}{j_3} \Delta v\right)$		Потеря времени за полный цикл, с	
	При сект. затворе $v_1 = v_2 = 0{,}5$	При клап. затворе $v_1 = v_2 = 0{,}4$	при $v_1 = v_2 = 0{,}5$	при $v_1 = v_2 = 0{,}4$	При сект. затворе $v_1 = v_2 = 0{,}5$	При клапанном затворе $v_1 = v_2 = 0{,}4$	при $v_1 = v_2 = 0{,}5$	при $v_1 = v_2 = 0{,}4$
6	2,074	2,104	4,2	5,3	2,682	2,744	5,4	6,8
7	2,562	2,592	5,1	6,5	3,392	3,424	6,8	8,6
8	3,086	3,112	6,2	7,8	4,172	4,198	8,3	10,5
9	3,64	3,668	7,3	9,2	5,014	5,044	10,0	12,6
10	4,23	4,26	8,5	10,65	5,928	5,96..	11,6	14,9
11	4,356	4,886	9,7	12,2	6,912	6,946	13,8	17,4
12	5,514	5,54	11,0	13,8	7,962	7,988	15,9	20,0
13	6,204	6,234	12,4	15,6	9,076	9,108	18,1	22,8
14	6,932	6,96..	13,9	17,4	10,264	10,294	20,5	25,7
15	7,692	7,72	15,4	19,3	11,518	11,548	23,0	28,9
16	8,486	8,516	17,0	21,3	12,840	12,872	25,7	32,2

Потеря времени в секундах, связанная с работой АЗК при его механическом соединении с подъемной установкой. При скиповом подъеме со скипами с секторным затвором при $v_{1} = v_{2} = 0{,}5$ м/с, а также с клапанным затвором при $v_{1} = v_{2} = 0{,}4$ м/с при двухскиповом подъеме за один цикл, а при односкиповом подъеме – за полуцикл подъема.

$v_{макс}$	При асинхронном двигателе			При двигателе постоянного тока			
	В период до основного ускорения	В период после основного замедления $\frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2.0{,}75.88.0{,}89} + \frac{v_{max} - v_2}{\gamma_3}\Delta v$		В период до основного ускорения $\frac{v_{max}^2 - v_1^2}{2.0{,}75.88.0{,}89}$		В период после основного замедления $\frac{v_{max}^2 - v_2^2}{2.0{,}75.88.0{,}89} + \frac{v_{max} - v_2}{\gamma_3}$	
		при $v_2 = 0{,}5$	при $v_2 = 0{,}4$	при $v_1 = 0{,}5$	при $v_1 = 0{,}4$	при $v_2 = 0{,}5$	при $v_2 = 0{,}4$
6	При асинхронном двигателе в этот период нет потерь времени, связанных с работой АЗК.	2,I	2,6	0,6	0,76	2,07	2,63
7		2,6	3,2	0,83	I,04	2,56	3,24
8		3,I	3,9	I,09	I,36	3,09	3,89
9		3,6	4,6	I,37	I,72	3,64	4,59
I0		4,2	5,3	I,7	2,I3	4,23	5,33
II		4,9	6,I	2,06	2,58	4,86	6,I
I2		5,5	6,9	2,45	3,06	5,5I	6,93
I3		6,2	7,8	2,87	3,59	6,2	7,8
I4		6,9	8,7	3,33	4,I7	6,9	8,7
I5		7,7	9,6	3,83	4,79	7,7	9,65
I6		8,5	I0,6	4,35	5,45	8,5	I0,65

Фактическая продолжительность работы подъема по выдаче суточной добычи, час/сутки

$$T_{сут.факт.} = \frac{A_{сут} \cdot K_н}{A_{час.факт.}} \qquad (174)$$

Ориентировочная мощность приводного двигателя двухскипового подъема в этом случае:

$$P_{ор.дв.} = \frac{\rho \, Q_п \, H_п}{102 \, (T_{чист.ц.} + t_{пот.бр}) \cdot \eta_{\Sigma}} \qquad (175)$$

Ориентировочная мощность приводного двигателя односкипового подъема с противовесом при этом методе расчета:

$$P_{ор.одн.} = \frac{\rho \, \frac{Q_д}{2} \cdot 2H_п}{102 \, (T_{чист.ц.} + t_{пот.бр.ц.}) \cdot \eta_{\Sigma}} \qquad (176)$$

где $t_{пот.бр.ц.}$ потери времени за полный цикл подъема (подъем скипа + подъем противовеса)

Далее считается все по тексту методики, приведенному выше.

При этом расчете эффективная мощность практически очень незначительно увеличится, а расчетный расход энергии незначительно снизится.

РАСЧЕТ ОДНОСКИПОВОЙ МНОГОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 900 ТЫС.Т. В ГОД ПРИ ГЛУБИНЕ ШАХТЫ 800 м.

Наименование	Един. измер.	Числовые значения
I	2	3
Исходные данные:		
Производительность подъема А год	тыс.т.	900
Глубина шахты $H_ш$	м	800
Режим работы шахты в целом:		
число рабочих дней в году N		300
число часов работы подъема в сутки T сут	час	принимаем I8
коэффициент неравномерности работы подъема Кн		I,5
коэффициент перевода объемного веса рядового угля в объемный вес поднимаемой горной массы K_I		I,I

I	2	3
Расчетные данные		
Определение суточной производительности подъема при выдаче горной массы $A_{сут} = \frac{A_{год} \cdot K_1}{N}$	т/сут	А сут = $\frac{900.000.1,1}{300}$ = 3300
Определение часовой производительности подъема при выдаче горной массы с учётом коэффициента неравномерности $A_{час} = \frac{A\ сут \cdot Кн}{T\ сут}$	т/ч	А час = $\frac{3300.1,5}{18}$ = 275
Определение высоты подъема $H_п = H_ш + h_{загр} + h'_c + h_{рс} + h_{прев}$	м	$H_п$ = 800+35+18,6+35+0,35=884
Определение наивыгоднейшей грузоподъемности скипа $Q_р = \frac{K_п\sqrt{H_п} + (\theta_1+\theta_2)}{3600} \cdot A_{час} \cdot Z$	тс	$Q_р = \frac{4\sqrt{884} + (25+3)}{3600} \cdot 275.2 = 22,4$

I			2	3
Принимаемый скип	Емкость	Q_v	м3	25
	Грузоподъемность	Q_n	тс	23
	Собственный вес скипа	Q_m	т	21,3

Определение высоты башенного копра

Определяем высоту копра (до оси цвижущего шкива)

$$H_{копра} \geq h_{рс} + h_{прев} + h_c + h_{пп} + h_ш + R_{шк} + h_{откл.}$$

где расстояние между осями цвижущего и отклоняющего шкива

$$h_{откл} = \frac{D_{шк}}{\sin\alpha_к} - \frac{l_s}{tg\alpha_к} \quad м$$

где $\alpha_к = 10^0$ (угол контакта каната с отклоняющим шкивом

l_s – расстояние между отвесами одного и того же каната ниже отклоняющего шкива

$$H_{копра} \geq 35+0,35+17,1+10+1,0+2,0+ 11,6=77 \cong 80 \text{ м.}$$

$$h_{откл} = \frac{4}{0,174} - \frac{2}{0,176} = 11,6$$

$$l_s = 2$$

I		2	3
Выбор подъемного каната			
Определение расчетного веса I пог.м. каждого из головных канатов $P_p = \frac{Q_п + Q_м}{n_{гк}(l_o - H_o)}$		кГс	$P_p = \frac{23\,000+21300}{4(2670-927)} = 6,36$
Определение величин Но и l_o приводится ниже			
Предельная отвесная длина каната- $l_o = \frac{\sigma}{m\gamma_o}$		м	$l_o = \frac{160 \cdot 10^6}{6,5 \cdot 9200} = 2670$
Максимальная длина отвеса каната $H_o = H_к + H_ш + (h_{загр} - h_{пч}) + h_х$		м	H_o =80+800+ (35-3,5)+15 = 927
Принимаемый головной канат	Гост		7669-69
	Диаметр каната $d_{кг}$	мм	39,0
	Вес I пог.м.каната $p_{гк}$	кГс	6,425
	Предел прочности проволоки при растяжении σ	кГс/мм2	160
	Суммарное разрывное усилие всех проволок каната K_z	кГс	112500
	Количество канатов $n_{гк}$		4

I	2	3
Определение переменного запаса прочности каната с учетом веса отвеса подъемных канатов $m' = \frac{n_{гк} \cdot K_z}{Q_п + Q_м + n_{гк} p_{гк} H_o}$		$m' = \frac{4.112500}{23.000+21300+4.6,425 \cdot 927} = 6,6 > 5,0$
Определение отношения суммарного разрывного усилия всех проволок каната к концевому грузу (без учета веса канатов) $m = \frac{n_{гк} \cdot K_z}{Q_п + Q_м}$		$m = \frac{4.112500}{23.000+21300} = 10,3 > 9,5$
Выбор уравновешивающих канатов $n_{гк} p_{гк} = n_{хк} q_{хк}$		$4 \cdot 6,425 = 3.8,676$
Принимаемый хвостовой канат	ГОСТ	7685-69; нераскручивающийся
	диаметр каната $d_{кх}$	49,5
	количество канатов $n_{хк}$	3
	вес I пог.м. каната $q_{хк}$ кгс/п.м.	8,676
Проверочный расчёт переменного запаса прочности подъемного каната с учетом веса отвеса уравновешивающих канатов $m'' = \frac{n_{гк} K_z}{Q_п + Q_м + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_х) + n_{гк} p_{гк} (h_{ог} + h_{пу})}$		$m'' = \frac{4.112500}{23000 + 21.300+3.8,676(884+15)4.6,425(24,6+3,5)} = 6,58 > 5$

I	2	3
Вес противовеса $Q_{прот} = Q_м + \frac{Q_п}{2}$	кГс	$Q_{прот}$ =21300 + $\frac{28000}{2}$ =32800
Выбор подъемной машины		
Диаметр шкива трения $D_{шк\,тр} = d_к$ X95		$D_{шк.тр}$ = 39x95= 3700=4000 мм
Определение максимального статического натяжения $F_{ст\ макс} = Q_п + Q_м + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_х) + n_{гк} p_{гк} (h_{ог} + h_{пу})$		$F_{ст\ макс}$ = 28000+21300+8.8,676(884+15)+ +4.6,425(24,6+3,5) =68422
Определение максимальной разности статических натяжений канатов $R_{ст\ неур} = \frac{Q_п}{2} + (n_{хк} q_{хк} - n_{гк} p_{гк}) H_п$	кГс	$R_{ст\ неур} = \frac{28000}{2}$ + (3.8,676-4.6,425) 984= =11500+295= 11795
Поскольку разница в весе уравновешивающих и подъемных канатов составляет всего около 2% от половины веса полезного груза - дальнейший расчет ведем как для уравновешенной системы подъема		

I	2		3
Принимаемая машина	Тип		ЦШ 4х4
	Максимальное статическое натяжение	кГс	80.000
	Разность статичвских натяжений канатов	кГс	25.000

Проверка выбранных параметров многоканатной подъемной машины по удельному давлению каната на футеровку

$$\gamma = \frac{2Q_m + 1{,}5Q_n + n_{гк} p_{гк} d_{гк} + n_{хк} q_{хк} d_{хк}}{n_{гк} \cdot D_б \cdot d_{кг}}$$

$$\gamma = \frac{2.2I300+I,5.23000+4.6,425.929+3.8,676.9I4}{4.400,3,9} = I9,9$$

Длина подъемного каната

$$d_{гк} = (H_o - h_x - h'_c) + \pi R_ш + h_{откл} + R_ш + h_ш + h_{пп}$$ м

$$d_{гк} = (927-I5-I3,6)+\pi \cdot 2 + II,6 + +2+I,0+I0,0 = 929$$

Длина уравновешивающего каната м

$$d_{хк} = H_п + 2h_х$$

$$d_{хк} = 884+2 \cdot I5 = 9I4$$

I	2	3

Проверка выбранной многоканатной подъемной машины по условиям скольжения (для условий подъема противовеса)

Величина отвеса подъемных канатов от оси движущего шкива до сосуда у места разгрузки

$$h_{or} = h_{откл} + R_{шк} + h_{ш} + h_{пп}$$

м $\quad h_{or} = 11{,}6+2{,}0+1{,}0+10{,}0 = 24{,}6$

Статическое усилие в верхней части подъемных канатов со стороны поднимающейся ветви с противовесом

$$S^{ст}_{подн} = Q_м + \frac{Q_п}{2} + n_{гк} p_{гк} (H_0 - h_x - h_c') + n_{хк} q_{хк} h_x$$

кГс $\quad S^{ст}_{подн} = 21300 + \frac{23000}{2} + 4 \cdot 6{,}425 \times (924 - 15 - 18{,}6) + 3 \cdot 8{,}676 \cdot 15 = 56190$

Статическое усилие в верхней части подъемных канатов со стороны опускающейся порожней ветви

$$S^{ст}_{опуск} = Q_м + n_{гк} p_{гк} (h_{or} + h_{пу}) + n_{хк} q_{хк} (H_п + h_x)$$

$$S^{ст}_{опуск} = 21300 + 4 \cdot 6{,}425 (24{,}6 + 3{,}5) + 3 \cdot 8{,}676 (884 + 15) = 45400$$

Величина статического коэффициента безопасности от скольжения

$$\sigma_{ст} = \frac{S^{ст}_{опуск} (e^{fd} - 1)}{S^{ст}_{подн} - S^{ст}_{опуск}}$$

$$\sigma_{ст} = \frac{45400 (2{,}718^{\frac{1{,}058 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}25}{2}} - 1)}{56190 - 45400} =$$

$$= 5{,}4$$

Коэффициент статических натяжений

$$K_{ст} = \frac{S^{ст}_{подн\ прот}}{S^{ст}_{опуск\ пор.}}$$

$$K_{ст} = \frac{56190}{45400} = 1{,}24 < 1{,}5$$

I	2	3

Определение динамического усилия со стороны опускающейся ветви канатов с порожним сосудом при величине основного ускорения $j_2 = 0{,}75$ м/с2

$$S^{д}_{опуск} = S^{ст}_{опуск} - \frac{S_{опуск}}{9{,}81} j_2 - \frac{Q_{откл}}{9{,}81} j_2 - 0{,}075 Q_п$$

$$S^{д}_{опуск} = 45400 - \frac{45400}{9{,}81} \cdot 0{,}75 - \frac{3125}{9{,}81} \cdot 0{,}75 - 0{,}075 \cdot 23000 = 39900$$

Определение динамического усилия поднимающейся ветви канатов с противовесом:

$$S^{д}_{подн} = S^{ст}_{подн} + \frac{S^{ст}_{подн}}{9{,}81} j_2 + 0{,}075 Q_п$$

$$S^{д}_{подн} = 56190 + \frac{56190}{9{,}81} \cdot 0{,}75 + 0{,}075 \cdot 23000 = 62215$$

Определение динамического коэффициента безопасности от скольжения в период пуска

$$б_{дин} = \frac{S_{опуск}(e^{f\alpha} - 1)}{S^{э}_{подн} - S^{э}_{опуск}}$$

$$б_{дин} = \frac{39900 \cdot 1{,}291}{62215 - 39900} = 2{,}3$$

Определение коэффициента динамических натяжений

$$K_{дин} = \frac{S^{д}_{подн.\,прот.}}{S^{д}_{опуск.\,пор.}}$$

$$K_{дин.} = \frac{62215}{39900} = 1{,}56$$

1	2	3
Коэффициент статических натяжений при поднимающемся порожнем скипе и спуске противовеса в режиме торможения $K_{cm} = \frac{S_{оп.прот.}}{S_{подн.пор}} = \frac{Q_м + \frac{Q_п}{2} + n_{гк}p_{гк}(h_{ог}+h_{пч}) + n_{кк}q_{кк}(H_п+h_к)}{Q_м + n_{гк}p_{гк}(H_0-h_к-h_c') + n_{кк}q_{кк}h_к}$		$K_{cm} = \frac{21300+\frac{23000}{2}+4.6,425(24,6+3,5)+8.8,676(884+15)}{21300+4.6,425(927-15-13,6)+8.8676.15} = 1,27$
Коэффициент статических натяжений при спуске груза (в режиме торможения) $K_{cm} = \frac{S^{cm}_{опуск.гр}}{S^{cm}_{подн.прот}} = \frac{Q_п+Q_м+n_{гк}p_{гк}(h_{ог}+h_{пч})+n_{кк}q_{кк}(H_п+h_к)}{Q_м+\frac{Q_п}{2}+n_{гк}p_{гк}(H_0-h_к-h_c')+n_{кк}q_{кк}h_к}$		$K_{cm} = \frac{23000+21300+4.6,425(24,6+3,5+8,676+884+15)}{21300+\frac{23000}{2}+4.6,425)(927-15-13,6)+8.8,676,15} = 1,22$
Величина критического замедления при спуске противовеса, которое опасно по условию возможного возникновения скольжения м/с2 $j_{кр.с} = g\frac{e^{f\alpha}-K_{cm}}{e^{f\alpha}+K_{cm}}$		$j_{кр.с} = 9,81 \cdot \frac{2,718^{1,058\cdot 3,14\cdot 0,25}-1,27}{2,718^{1,058\cdot 3,14\cdot 0,25}+1,27} = 2,8 > 1,5$
Величина критического замедления при спуске груженого скипа и подъеме противовеса м/с2		$j_{кр.кр.з} = \frac{9,81 \cdot 2,29-1,22}{2,29+1,22} = 3,0 > 1,56$

I	2	3

Кинематика подъема

Число подъемов с полезным ископаемым в час

$$n_{час} = \frac{A_{час}}{Q_п}$$

$$n_{час\ пол.иск} = \frac{27{,}5}{23} = 11{,}95 = 12$$

Полное число подъемов в час (подъемов скипа с полезным ископаемым, а также подъемов противовеса)

$$n'_{час} = 12 \times 2 = 24$$

Возможная продолжительность одного полного цикла подъема (подъем скипа + подъем противовеса

$$T_{полн.ц} = \frac{3600}{n\ час.\ пол.иск.}$$ с

$$T\ полн.ц. = \frac{3600}{12} = 300$$

Чистое время движения за один полный цикл

$T_{чист} = T_{полн.ц.} - 2(\theta_1 + \theta_2)$ с

$T_{чист} = 300 - 2(25+3) = 244$

Чистое время движения за один полуцикл с

$$T'_{чист.\ полуц.} = \frac{244}{2} = 122$$

Средняя скорость подъема м/с

$$v_{ср} = \frac{H_п}{T'_{чист.полуц.}}$$

$$v_{ср} = \frac{884}{122} = 7{,}25$$

I	2	3	
Ориентировочная максимальная скорость $V_{макс.\ ор.} = \alpha' V_{ср}$	м/с		$V_{макс.\ ор.} = 1{,}23 \cdot 1{,}1 \cdot 5 = 9{,}8$
Учитывая потерю времени, связанную с работой АЗК при асинхронном двигателе, величину α' увеличиваем на 1,1			
Расчёт тахограммы подъема			
Скорость движения скипа в разгрузочных кривых с клапанным затвором принимается V_1 и V_2	м/с		$V_1 = V_2 = 0{,}4$
Ускорение при перемещении скипа в разгрузочных кривых, а также замедление при стопорении	м/с2		$j_1 = j_4 = 0{,}2$
Продолжительность периода первоначального ускоренного хода $t_1 = \frac{V_1}{j_1}$, а также периода замедления при стопорении $t_2 = \frac{V_2}{j_4}$	с		$t_1 = t_2 = \frac{0{,}4}{0{,}2} = 2$

I	2	3
Путь в период первоначального ускоренного хода $h_1 = \frac{j_1 t_1^2}{2}$, а также при замедлении в конце движения $h_2 = \frac{j_4 t_2^2}{2}$	м	$h_1 = h_2 = \frac{0,2 \cdot 2^2}{2} = 0,4$
Основные ускорение и замедление скипа j_2 и j_3	м/с2	$j_2 = 0.75$ $j_3 = 0,8$ (при подъеме груж. скипа) $j_3 = 0,84$ (при подъеме противовеса для обеспечения свободного выбега в период основного замедления)
Путь в период первоначального равномерного хода при подъеме скипа при асинхронном приводе (по аналогии с полуциклом подъема противовеса) $h_2 = h_{кр} - h_1$	м	$h_2 = 3,5 - 0,4 = 3,1$
Продолжительность периода первоначальбого равномерного хода $t_2 = \frac{h_2}{v_1}$	с	$t_2 = \frac{3,1}{0,4} = 7,75$

I	2	3
Путь равномерного движения скипа после периода основного замедления	м	$h_6 = 3{,}5 + \frac{9{,}8^2 - 0{,}4^2}{20{,}8 \cdot 88 \cdot 0{,}89} - 0{,}4 + \frac{9{,}8 - 0{,}4}{0{,}8} \cdot 0{,}I = 5{,}04$
$h_6 = h_{кр} + \frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2j_3 \cdot n_{зуб} \cdot K_м} - h_7 + \frac{v_{макс} - v_2}{j_3} \Delta v$		
Продолжительность периода равномерного движения после периода основного замедления	с	$t_6 = \frac{5{,}04}{0{,}4} = I2{,}6$
$t_6 = \frac{h_6}{v_2}$		
Уточнение расчетной максимальной скорости (если по ходу расчета это требуется).		
Условный путь при скипах с клапанным затвором, асинхронном двигателе и трапецеидальной тахограмме (см.тахограмму)		$H_{оп} = 884 - (0{,}4 + 3{,}I + 5{,}04 + 0{,}4) + \frac{0{,}4^2}{2 \cdot 0{,}75} + \frac{0{,}4^2}{2 \cdot 0{,}8} = 876$
$H_{оп} = H_п - (h_1 + h_2 + h_6 + h_7) + \frac{v_1^2}{2j_2} + \frac{v_2^2}{2j_3}$		
Условное чистое время движения при трапецеидальной тахограмме		$T_o = I22 - (2 + 7{,}75 + I2{,}6 + 2) + \frac{0{,}4}{0{,}75} + \frac{0{,}4}{0{,}8} = 98{,}7$
$T_o = T_{чист} - (t_1 + t_2 + t_6 + t_7) + \frac{v_1}{j_2} + \frac{v_2}{j_3}$		

I	2	3

Условная средняя скорость — м/с

$$v'_{ср} = \frac{H_{оп}}{T_o}$$

$$v_{ср} = \frac{876}{98,7} = 8,88$$

Модуль ускорения

$$a = \frac{T_o}{\frac{1}{j_2} + \frac{1}{j_3}}$$

$$a = \frac{98,7}{\frac{1}{0,75} + \frac{1}{0,8}} = 37,2$$

Намечаемая максимальная скорость

$$v_{макс.н} = a - \sqrt{a^2 - 2a v'_{ср}}$$

$$v_{макс.н} = 37,2 - \sqrt{37,2^2 - 2 \cdot 37,2 \cdot 8,88} = 10,3$$

Расчетная скорость вращения органа навивки при намечаемой максимальной скорости подъема:

$$n_{расч} = \frac{60\, v_{макс.н.}}{\pi D_б}$$ об/мин

$$n_{расч} = \frac{60 \cdot 10,3}{3,14 \cdot 4,0} = 49,2$$

Скорость вращения приводного двигателя — об/мин.

$$n_{дв} = n_{расч} \cdot i$$

$$n_{дв} = 49,2 \cdot 10,5 = 516$$

I	2	3
Принимаем число оборотов	об/мин.	$n = 496$
Получаем окончательную величину максимальной скорости	м/с	$v_{макс} = 9,8$
Продолжительность периода основного ускорения $t_3 = \frac{v_{макс} - v_1}{j_2}$	с	$t_3 = \frac{9,8-0,4}{0,75} = I2,5$
Путь, пройденный в период основного ускорения $h_3 = \frac{v_{макс} + v_1}{2} t_3$	м	$h_3 = \frac{9,8 + 0,4}{2} \cdot I2,5 = 63,8$
Продолжительность периода основного замедления $t_5 = \frac{v_{макс} - v_2}{j_3}$	с	$t_5 = \frac{9,8 - 0,4}{0,8} = II,8$
Путь, пройденный в период основного замедления $h_5 = \frac{v_{макс} + v_2}{2} t_5$	м	$h_5 = \frac{9,8+0,4}{2} \cdot II,8 = 60,2$
Путь, проходимый скипом за все периоды движения кроме основного равномерного хода $\Sigma h' = h_1 + h_2 + h_3 + h_5 + h_6 + h_7$	м	$\Sigma h' = 0,4 + 3,I + 63,8 + 60,2 + 5,04 + 0,4 = I33$

I	2	3	
Путь, проходимый скипом в период равномерного хода $H_p = H_n - \Sigma h'$	м	H_p = 884 -I33	= 75I
Продолжительность периода основного равномерного хода $T_p = \frac{H_p}{v_{макс}}$	с	$T_p = \frac{75I}{9,8}$	= 76,7
Чистое время движения за один полуцикл подъема скипа $T_{чист} = t_1 + t_2 + t_3 + T_p + t_5 + t_6 + t_7$	с	$T_{чист}$ =2+7,75 + I2,5 + 76,7 + II,8 + + I2,6 +2 =	I25,4
Подъем противовеса			
Путь в кривых скипа с клапанным затвором $h_{кр}$	м	$h_{кр}$ = 3,5	
Продолжительность периода первоначального ускоренного хода $t_1' = \frac{v_1}{v_4}$, а также периода замедления в конце движения при стопорении $t_7' = \frac{v_2}{v_4}$		$t_1' = t_7' = \frac{0,4}{0,2}$	= 2

I	2	3
Путь в период первоначального ускоренного хода $h_1' = \frac{d_1 t_1^2}{2}$ а также периода замедления, в конце движения $h_7' = \frac{d_4 t_7'}{2}$	м	$h_1' = h_7' = \frac{0,2 \cdot 2^2}{2} = 0,4$
Путь в период первоначального равномерного хода при асинхронном двигателе $h_2' = h_{кр} - h_1'$	м	$h_2' = 3,5 - 0,4 = 3,I$
Продолжительность периода первоначального равномерного хода $t_2' = \frac{h_2'}{v_1}$	с	$t_2' = \frac{3,I}{0,4} = 7,75$
Продолжительность периода основного ускорения $t_3' = \frac{v_{макс} - v_1}{d_2}$	с	$t_3' = \frac{9,8-0,4}{0,75} = I2,5$
Путь, пройденный в период основного ускорения $h_3' = \frac{v_{макс} + v_1}{2} t_3'$	м	$h_3' = \frac{9,8+0,4}{2} \cdot I2,5 = 63,8$

I	2	3
Продолжительность периода основного замедления $t_5' = \frac{v_{макс} - v_2}{j_3}$	с	$t_5' = \frac{9,8-0,4}{0,84} = 11,2$
Путь, пройденный в период основного замедления $h_5' = \frac{v_{макс} + v_2}{2} t_5'$		$h_5' = \frac{9,8+0,4}{2} \cdot 11,2 = 57$
Путь равномерного движения после периода основного замедления $h_6' = \frac{v_{макс}^2 - v_2^2}{2 j_3 \cdot z_3 \cdot K_{зап}} + \frac{v_{макс} - v_2}{j_3} \Delta v - h_7'$		$h_6' = \frac{9,8^2 - 0,4^2}{2 \cdot 0,84 \cdot 88 \cdot 0,59} + \frac{9,8-0,4}{0,84} \cdot 0,1 - 0,4 = 1,45$
Время потяжки скипа при постоянной скорости $t_6' = \frac{h_6'}{v_2}$	с	$t_6' = \frac{1,45}{0,4} \approx 3,6$
Путь, проходимый противовесом за все периоды движения кроме основного равномерного хода $\Sigma h'' = h_1' + h_2' + h_3' + h_5' + h_6' + h_7'$	м	$\Sigma h'' = 0,4+3,1+68,8+57+1,45+0,4 = 126,2$

I	2	3
Путь, проходимый в период равномерного хода $H'_р = H_п - \Sigma h''$	м	$H'_р = 884 - 126{,}2 = 757{,}8$
Продолжительность периода основного равномерного хода $T'_р = \frac{H_р}{v_{макс}}$		$T'_р = \frac{757{,}8}{9{,}8} = 77{,}3$
Чистое время движения за один полуцикл подъема противовеса $T'_{чист} = t'_1 + t'_2 + t'_3 + T'_р + t'_5 + t'_6 + t'_7$	с	$T'_{чист} = 2 + 7{,}75 + 12{,}5 + 773 + 11{,}2 + 3{,}6 + 2 = 116{,}3$
Полное время одного полного цикла подъема (подъем скипа и подъем противовеса) $T_{цикла} = T_{чист} + T'_{чист} + 2(\theta_1 + \theta_2)$	с	$T_{цикла} = 125{,}4 + 116{,}3 + 2(25{,}3) = 297{,}7$
Возможное число подъемов с груженым скипом в час $n_{час\,ф} = \frac{3600}{T_{цикла\,п.}}$	$\frac{\text{подъем}}{4}$	$n_{час\,факт} = \frac{3600}{297{,}7} = 12{,}1$
Возможная часовая производительность подъема $A_{час.ф.} = n_{час\,ф.} Q_п$	$\frac{т}{4}$	$A_{час\,ф.} = 12{,}1 \cdot 23 = 278$

I	2	3
Продолжительность работы подъема по выдаче суточной добычи $T_{сут} = \frac{A_{сут} \cdot 1,5}{A_{час\ ф.}}$	ч	$T_{сут} = \frac{8300 \cdot 1,5}{278} = 17,8$
Ориентировочная мощность приводного двигателя $P_{ор} = \frac{P \frac{Q_д}{2} \cdot H_п \cdot 2}{102 \cdot T_{чист\ п} \cdot \eta_2}$	квт.	$P_{ор} = \frac{1,7 \cdot \frac{23000}{2} \cdot 884.2}{102 \cdot 241,7 \cdot 0,93} = 1510$
Ориентировочно принимаемый двигатель Тип		АКН- 2-17-48-12У4
	Мощность квт.	2х1000
	Число оборотов двигателя об/мин.	495
	Перегрузочная способность λ	2,3
	GD^2 $тм^2$	1,88
	к.п.д.	0,95

I	2	3

Ориентировочный момент на тихоходном валу редуктора

$$M=\left(\frac{830 P_н \cdot \eta_z}{n_{gв}} \gamma_g - 0{,}025 K \frac{GD^2_{рот} i}{R_б}\right) i$$

тс м $M=\left(\frac{820.2000.0{,}98}{495} \cdot 2{,}3 - 0{,}025 \cdot 2 \cdot \frac{1660}{2} \cdot 10{,}5\right) 10{,}5 = 70000$

Ориентировочно принимаемый редуктор — Тип крутящий момент — кГсм — 2ЦД-20

Но дальнейшая проверка по условиям. $M = M_{макс} - J_{р.gв} \cdot \Sigma$ показала необходимость выбора редуктора типа 2ЦД-28, обеспечивающего крутящий момент 100000 кГс.м. (см.далее)

Расчет приведенной массы

Приведенный вес подъемной машины $G'_б = \frac{GD^2_{маш}}{D^2_з}$ — кгс — $G'_б = \frac{210.000}{4^2} = 13125$

Приведенный вес отклоняющих шкивов $G'_{шк} = \frac{GD^2_{шк}}{D^2_{шк}}$ — $G'_{шк} = \frac{50000}{16} = 3125$

Приведенный вес ротора приводного двигателя $G'_{i\,рот} = n_{gв} \frac{GD^2_{рот}}{D_б^2} i^2$, где — кгс — $G'_{i\,рот} = 2 \cdot \frac{1880}{16} \cdot 10{,}5^2 = 25900$

$n_{gв}$ – число одновременно работающих приводных двигателей

1	2	3
Приведенный вес редуктора $G'_{ред} = \frac{GD^2_{ред}}{D_б^2}$	кГс	$G'_{ред.} = \frac{172.000}{16} = 10750$
Вес поступательно движущихся частей при подъеме груженого скипа $G_{пост} = G_п + Q_м + Q_{пром} + n_{тк} p_{тк} l_{тк} + n_{хк} q_{хк} l_{хк}$	кгс	$G_{пост.} = 23.000 + 21300 + 32800 + 4.6,425.929 + 3.8,676,914 = 124800$
Сумма приведенных к окружности органа навивки весов движущихся частей подъемной установки $\Sigma G' = G'_б + G'_{шк} + G'_{ipом} + G'_{ipед} + G_{пост}$		$\Sigma G' = 13125 + 3125 + 25900 + 10750 + 124800 = 177700$
Масса движущихся элементов подъемной установки, приведенной к окружности органа навивки *при подъёме груженого скипа* $m_п = \frac{\Sigma G}{g}$	$\frac{кГс с^2}{м}$	$m_п = \frac{177700}{9,81} = 18114$
Проверим величину крутящего момента на валу редуктора $M = M_{макс} - J_{рдв} \Sigma$, где $M_{макс}$ – максимальный момент на тихоходном валу редуктора		$M = 80070 - 10560 \cdot 0,375 = 76110$

I	2	3
$J_{p.g}$ – приведенный к оси машины момент инерции ротора двигателя, кгс м с2		
$M_{макс} = (1{,}15 Q_п + j_2 J_п) R_б$		$M_{макс} = (1{,}15 \cdot 23000 + 0{,}75 \cdot 18114) \cdot 2 = 80070$
$J_{p.g} = \frac{G'_{рат}}{g} R^2$		$J_{p.g} = \frac{25900}{9{,}81} \cdot 2^2 = 10560$
Σ – угловое ускорение барабана	$\frac{рад}{с^2}$	$\Sigma = \frac{0{,}75}{2{,}0} = 0{,}375$
$\Sigma = \frac{j_2}{R}$		
Вес поступательно движущихся частей подъемной установки в условиях подъема противовеса		$G'_{пост} = 21300 + 32800 + 4 \cdot 6{,}425 \cdot 929 + 3 \cdot 8{,}676 \cdot 914 = 101800$
$G'_{пост} = Q_м + Q_{прот} + n_{гк} p_{гк} l_{гк} + n_{хк} q_{хк} l_{хк}$		
Сумма приведенных к окружности органа навивки весов движущихся частей подъемной системы при подъеме противовеса	кГс	$\Sigma G'' = 13125 + 3125 + 25900 + 10750 + 101800 = 154700$
$\Sigma G'' = G'_б + G'_{шк} + G'_{i\,рот} + G'_{рег} + G'_{пост}$		

I	2	3

Масса движущихся элементов подъемной установки, приведенной к окружности навивки, при подъеме противовеса

$$m_n' = \frac{\Sigma G'}{g}$$ кгсс2/м

$$m_n' = \frac{154700}{9{,}81} = 15770$$

Расчет усилий

а) при подъеме скипа

Усилие в начале и в конце периода первоначального ускоренного хода

$$F_1 = F_2 = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} + m_n j_1$$ кгс

$$F_1 = F_2 = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} + 1811{,}4 \cdot 0{,}2 = 16848$$

Усилие в начале и в конце периода первоначального равномерного хода

$$F_3 = F_4 = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2}$$ кгс

$$F_3 = F_4 = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} = 13225$$

Усилие в начале и в конце периода основного ускорения

$$F_5 = F_6 = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} + m_n j_2$$ кгс

$$F_5 = F_6 = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} + 1811{,}4 \cdot 0{,}75 = 26810$$

I	2	3
Усилие в начале и в конце периода равномерной скорости $F_7 = F_8 = I,I5 \frac{Q_n}{2}$	кГс	$F_7 = F_8 = I,I5 \cdot \frac{23000}{2} = I3225$
Усилие в начале и в конце периода основного замедления $F_9 = F_{10} = I,I5 \cdot \frac{Q_n}{2} - j_n j_3$	кГс	$F_9 = F_{10} = I,I5 \frac{23000}{2} - I8II4 \cdot 0,8 = -I266$
Усилие в начале и в конце периода потяжки скипа в разгрузочных кривых при равномерном движении $F_{II} = F_{I2} = I,I5 \frac{Q_n}{2}$	кГс	$F_{II} = F_{I2} = I,I5 \cdot \frac{23000}{2} = I3225$
Усилие в конце подъема $F_{I3} = F_{I4} = 0,6 Q_n - j_n j_4$	кГс	$F_{I3} = F_{I4} = 0,6 \frac{23000}{2} - I8II4 \cdot 0,2 = 3277$

1	2	3

При подъеме противовеса

Усилие в начале и в конце периода первоначального ускоренного хода

$$F_1' = F_2' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} + f m' j_1$$

кГс $F_1' = F_2' = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} + 15770 \cdot 0{,}2 = 16379$

Усилие в начале и в конце периода первоначального равномерного хода

$$F_3' = F_4' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2}$$

кГс $F_3' = F_4' = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} = 13225$

Усилие в начале и в конце периода основного ускорения

$$F_5' = F_6' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2} + f m' j_2$$

кГс $F_5' = F_6' = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} + 15770 \cdot 0{,}75 =$

$= 25053$

Усилие в начале и в конце периода равномерной скорости

$$F_7' = F_8' = 1{,}15\,\frac{Q_n}{2}$$

$F_7' = F_8' = 1{,}15 \cdot \frac{23000}{2} = 13225$

I	2	3
Усилие в начале и в конце периода основного замедления $F'_9 = F'_{10} = 1{,}15\,\frac{Q_п}{2} - m'j_3$	кГс	$F'_9 = F'_{10} = 1{,}15\,\frac{23000}{2} - 15770 \cdot 0{,}84 = 0$
Усиление в начале и в конце периода дотяжки противовеса при равномерном движении $F'_{11} = F'_{12} = 1{,}15\,\frac{Q_п}{2}$	кГс	$F'_{11} = F'_{12} = 1{,}15\,\frac{23.000}{2} = 13225$
Усилие в конце подъема противовеса $F'_{13} = F'_{14} = 1{,}15\,\frac{Q_п}{2} - m'j_4$	кГс	$F'_{13} = F'_{14} = \frac{1{,}15 \cdot 23000}{2} - 15770 \cdot 0{,}2 = 10071$
Величина эффективного усилия определяется по формуле $F_{эфф} = \sqrt{\frac{\Sigma F^2 t}{T_{эфф}}}$		$F_{эфф} = \sqrt{\frac{50604.10^6}{211{,}0}} = 15500$

I	2	3
$\Sigma F^2 t = F_1^2 t_1 + F_3^2 t_2 + F_5^2 t_3 + F_7^2 T_p + F_9^2 t_5 + F_{11}^2 t_6 + F_{13}^2 t_7 + (F_1')^2 t_1' + (F_3')^2 t_2' + (F_5')^2 t_3' + (F_7')^2 T_p' + (F_9')^2 t_5' + (F_{11}')^2 t_6' + (F_{12}')^2 t_7'$		$\Sigma F^2 t = 16848^2 \cdot 2 + 13225^2 \cdot 7{,}75 + 26810^2 \cdot 12{,}5 + 13225^2 \cdot 76{,}7 + 1266^2 \cdot 11{,}8 + 13225^2 \cdot 12{,}6 + 3277^2 \cdot 2 + 16379^2 \cdot 2 + 13225^2 \cdot 7{,}75 + 25053^2 \cdot 12{,}5 + 13225^2 \cdot 77{,}3 + 0 + 13225^2 \cdot 3{,}6 + 10071^2 \cdot 2 = 50604 \cdot 10^6$
		$T_{эфф} = 0{,}5\,[(2 + 7{,}75 + 12{,}5 + 11{,}8 + 12{,}6 + 2)] + 76{,}7 + (25+3) \cdot 0{,}25 + 0{,}5\,[(2 + 7{,}75 + 12{,}5 + 11{,}2 + 3{,}6 + 2)] + 77{,}3 + (25+3) \cdot 0{,}25 = 211{,}$
Эффективная мощность двигателя $P_{эфф} = \frac{F_{эфф} \cdot v_{макс}}{102 \cdot \eta_{ред}}$		квт. $P_{эфф} = \frac{15500 \cdot 9{,}8}{102 \cdot 0{,}93} = 1601$
Проверяем строительную мощность асинхронного двигателя по условиям перегрузки $P_{стр} = \frac{1{,}4 \; F_{макс} \cdot v_{макс}}{102 \; \gamma_{дв} \cdot \eta_z}$		квт. $P_{стр} = \frac{1{,}4 \cdot 26810 \cdot 9{,}8}{102 \cdot 2{,}3 \cdot 0{,}93} = 1686$

I	2	3

Фактический расход энергии при асинхронном двигателе за один полный цикл подъема (при подъеме скипа и подъеме противовеса)

$$W_n = \frac{I,02\, V_{макс} \Sigma Ft}{I\,02\, \eta_z \eta_{дв} \cdot 3600} + 0,0023 T_ц \text{ квтч}$$

где

$$\Sigma Ft = F_1 t_1 + F_3 t_2 + F_5 t_3 + F_7 T_p + F_9 t_5 + F_{11} t_6 + F_{13} t_7 + F_1' t_1' + F_3' t_2' + F_5' t_3' + F_7' T_p' + F_9' t_5' + F_{11}' t_6' + F_{13}' t_7'$$

Удельное значение фактического расхода энергии на I т $W_{ф\,1т} = \frac{W_n}{G_n}$ квтч

Полезный расход энергии на I т поднимаемого груза квтч

$$W_n' 1т = \frac{H_n}{367,3}$$

К.П.Д. подъемной установки

$$\eta_y = \frac{W_n' 1т}{W_{ф\,1т}}$$

$$W_n = \frac{I,02 \cdot 9,8 \cdot 3208283}{I\,02,0 \cdot 93,0 \cdot 95,3600} + 0,0023 \cdot 297,5 = 99,49$$

ΣFt = I6848 . 2 + I3225 . 7,75 + 26810 . I2,5 +
+ I3225 . 76,7 + I266 . II,8 + I3225 . I2,6 +
+ 3277,0 . 2 + I6379 . 2 + I3225 . 7,75 +
+ 25053 . I2,5 + I3225.77,3 + 0 +
+ I3225 . 3,6 + I007I . 2 = 3208283

$$W_{ф\,1т} = \frac{99,49}{25} = 4,33$$

$$W_n' 1т = \frac{884}{367,3} = 2,4$$

$$\eta_y = \frac{2,4}{4,33} = 0,55$$

УТВЕРЖДАЮ
Первый Заместитель Министра
угольной промышленности СССР
В.В. Белый
"20" октября 1977 г.

П Р О Т О К О Л

технического совещания во В/О. "Союзшахтопроект" по рассмотрению выполненных институтом "Центрогипрошахт" работ "Методики расчетов двухскиповой и односкиповой с противовесом одноканатных и многоканатных подъемных установок"

г. Москва 23 сентября 1977 года

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

От В/О. Союзшахтопроект: т. Захаров А.В.

От Энерго-механического управления МУП СССР: т. Талызина Л.П.

От Управления экспертизы проектов и смет МУП СССР: т. Лукьянов А.А.

От института Центрогипрошахт: т.т. Митейко А.И., Рабинович И.А., Каганович М.Н.

СЛУШАЛИ:

Сообщение главного инженера проекта т. Рабиновича И.А. о выполненных Центрогипрошахтом работах:

а."Методика расчета двухскиповой одноканатной подъемной установки";

б. "Методика расчета односкиповой с противовесом одноканатной подъемной установки;

в. "Методика расчета двухскиповой многоканатной подъемной установки;

г. "Методика расчета односкиповой с противовесом многоканатной подъемной установки".

Анализ проектных решений, принимаемых при проектировании шахтных подъемных машин, показал, что для одинаковых условий имеют место отличающиеся решения в части комплекса подъемных установок.

Для одной и той же производственной мощности шахт и их глубины, принимаются различные грузоподъемности скипов, максимальные скорости и установленные мощности электроприводов /последние отличаются иногда в 2-2,5 раза/.

При расчете шахтных подъемных установок необходимо руководствоваться в первую очередь выбором оптимальной грузоподъемности скипов и наивыгоднейшей максимальной скорости с тем, чтобы сократить число пусков подъема в единицу времени, улучшив этим работу канатов, самой подъемной машины, двигателей, армировки, сократить путь, проходимый сосудом и направляющими в единицу времени, уменьшить установленную мощность и расход энергии, обеспечив этими мероприятиями наименьшие приведенные затраты.

Практика эксплуатации запроектированных подъемных установок /в частности, в Воркутинском угольном бассейне/ показала, что при их эксплуатации не достигается предусмотренная проектом производительность из-за того не учитывались потери времени при работе АЗК, механически соединенного с подъемной машиной.

Выполненными методиками учтены последние требования к проектированию скиповых подъемных установок; разработано математическое обеспечение по расчету многоканатных подъемных установок.

К каждой из методик приложены примеры расчетов.

Методики рассмотрены 8 организациями Минуглепрома СССР и скорректированы с учетом замечаний.

Совещание ПОСТАНОВИЛО:

I. Выполненные Центрогипрошахтом "Методик и расчетов двухскиповой и односкиповой с противовесом одноканатных подъемных установок, а также двухскиповой и односкиповой с противовесом многоканатных подъемных установок" утвердить как временные с учетом следующих замечаний:

- при расчете и выборе типа подъемных канатов, временного сопротивления на разрыв их проволочек и диаметра канатов руководствоваться письмом энергомеханического управления МУП СССР и В/О. "Союзшахтопроект" № 25-4-3/175 от 02.03.77 г.; в отдельных случаях, при соответствующих обоснованиях, допускаются отступления от этих указаний;по согласованию с указанными управлениями

- расчетное число часов работы подъема в сутки /15 или 18/ должно быть обосновано проектом с учетом: уровня механизации, количества работающих лав и режима их работы;

- времени на проведение профилактических мероприятий по предотвращению внезапных выбросов угля, породы, газа и других мероприятий, а также времени на осмотр ствола, канатов, проводников и выполнения мелких ремонтных работ.

II. Ввести в действие "Временные методики расчета подъемных установок" с I.I.78.

III. Центрогипрошахту размножить и разослать проектным институтам и заинтересованным организациям, рассмотренные "Методики" до I.I.78 г.

IУ. Центрогипрошахту в период 1978-1979 г.г. обобщить результаты внедрения "Методик" расчета подъемных установок"... при конкретном проектировании и представить к концу 1979 г. предложения по их корректировке в В/О. Союзшахтопроект.

У. Учесть, что математическое обеспечение для одноканатных подъемных машин должно быть разработано в IУ кв. 1977 г.

УI. Отметить актуальность выполненный работы и ее высокий технический уровень.

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель начальника
энергомеханического управления МУП СССР

В.А. Попов
7.10.77

Заместитель начальника
управления экспертизы
проектов и смет МУП СССР

Г.Е. Медянский

Заместитель начальника
В/О. "Союзшахтопроект"

А.В. Захаров
7.X.77г.

Считаю необходимым
в п. 1 слова „15 или 18"
исключить.

Медянский
06.10.77.

gost.e-ecolog.ru