МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНАЩЕНИЯ ПРОХОДКИ СТВОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДВИЖНОГО ПРОХОДЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПРОХОДЧЕСКИЙ ПОДЪЁМ

РТМ 12.58.010–82

МИНУГЛЕПРОМ СССР

ДОНЕЦК -1982

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ВРЕМЕННЫЕ НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСНАЩЕНИЯ ПРОХОДКИ СТВОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕДВИЖНОГО ПРОХОДЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПРОХОДЧЕСКИЙ ПОДЪЁМ

РТМ 12.58.010-82

Минуглепром СССР

Утверждены Первым заместителем Министра угольной промышленности СССР В.В.Белым от 30.XI.82 г.

Донецк 1982

УДК 622.251.2.001.2(083.75)

Раздел "Проходческий подъём" Норм технологического проектирования оснащения проходки стволов с использованием передвижного оборудования разработан в Донецком государственном институте проектирования организации шахтного строительства (Донгипрооргшахтострой) Министерства угольной промышленности СССР совместно с республиканским объединением по шахтному строительству Укршахтострой.

В разработке раздела приняли участие:

от института Донгипрооргшахтострой - канд.техн. наук Сапронов В.Т., канд.техн.наук Сёдоров К.И., инж. Кузнецов В.В.;

от республиканского объединения Укршахтострой - канд.техн. наук Тюрли Р.А.

С вводом в действие настоящих норм утрачивают силу разработанные институтом Донгипрооргшахтострой

" Временная методика расчета длительности цикла выдачи бадьи и технической производительности подъёмных машин при проходке вертикальных стволов " (1979г.).

" Временная методика расчета роторных сопротивлений и мощности асинхронных двигателей одноконцевых проходческих подъёмных установок " (1980 г.).

Министерство угольной промышленности СССР (Минуглепром СССР)	"Временные нормы технологического проектирования оснащения проходки стволов с использованием передвижного проходческого оборудования. Проходческий подъём.	РТМ 12.56.010-82 Минуглепром СССР

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие нормы распространяются на разработку проектов оснащения проходки стволов глубиной от 200 до 1500 м с использованием различных вариантов проходческого подъёмного оборудования. Проект подъёмной установки должен разрабатываться с учетом требований "Правил безопасности в угольных и сланцевых шахтах" (ПБ) и "Правил технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт"(ПТЭ).

I.2. Проходческие подъёмные установки предназначены для выдачи на поверхность получаемой при проведении горных выработок породы, спуска и подъёма людей, оборудования, материалов и выполнения вспомогательных операций.

I.3. Проходческая подъёмная установка состоит из подъёмного оборудования и горнотехнических сооружений.

К комплексу подъёмного оборудования относятся: подъёмные машины, передвижные или стационарно устанавливаемые, подъёмные сосуды (как правило, бадьи), разгрузочные и загрузочные устройства, подъёмные канаты с прицепными устройствами.

Внесены: Донецким государственным институтом проектирования организации шахтного строительства "Донгипроорггахтострой"	Утверждены Первым заместителем Министра угольной промышленности СССР В.В.Ведяхиным от 30.XI.82	Срок введения I января 1983г.

I.4. При проектировании подъёмного комплекса, как правило, необходимо использовать следующее оборудование:

1) бадьи типа БПСМ. Как исключение, допускается использование бадей других конструкций, если это вытекает из применённых конструкций разгрузочного устройства и проходческого полка;

2) погрузочную машину типа КС с механизированным вождением грейфера. Как исключение, для стволов глубиной менее 300 м допускается использование погрузочных машин с ручным вождением грейфера. Вместимость бадьи в этих случаях не должна превышать 3 $м^3$;

3) забойный перегружатель типа ЗП-КС следует использовать при глубине ствола более 700 м и диаметре не менее 7 м ;

4) две одноконцевые подъёмные машины. Допускается использование временной двухконцевой подъёмной машины при глубине ствола до 500 м или постоянной двухконцевой подъёмной машины при любой глубине ствола, если будет обеспечено выполнение нормативных темпов проходки ствола и сокращение времени переоснащения при переходе ко второму периоду строительства шахты ;

5) канаты стальные закрытые подъёмные по ГОСТ 10506-76 и прицепные устройства типа УПЗ. Как исключение допускается использование многопрядных малокрутящихся канатов по ГОСТ 16828-81 и прицепных устройств УПП.

I.5. При проектировании организации работ по уборке породы, как правило, необходимо применять :

1) обмен бадей без перецепки их в забое или двухступенчатую схему подъёма породы с забойным перегружателем типа ЗП-КС. При использовании погрузочных машин с ручным вождением грейфера допускается работа с перецепкой бадьи в забое, если это обеспечит повышение производительности подъёма и не ухудшит условия безопасной эксплуатации ;

2) телеконтроль за процессом разгрузки бадьи.

I.6. Все отступления от основных положений разделов I.4 и I.5 должны быть согласованы с заказчиком и подрядчиком.

I.7. Окончательный выбор типа подъёмной машины (постоянная, временная, стационарно устанавливаемая или передвижная) должен решаться путём технико-экономического сравнения различных вариантов комплекса подъёмного оборудования с учётом первого и второго периодов строительства шахты.

2. РЕЖИМ РАБОТЫ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСА ПРОХОДЧЕСКОГО ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

2.I. Все вновь проектируемые подъемные установки должны рассчитываться из условия использования их в течение 20 часов в сутки (как минимум). Время на осмотр и ремонт подъемной машины и остальных узлов подъемной установки должно быть учтено в проекте. Допускается совмещение некоторых процессов осмотра с отдельными элементами цикла (например, с твердением бетона), если это не увеличит длительность цикла и не ухудшит безопасных условия эксплуатации в соответствии с требованиями ПБ и ПТЭ.

2.2. Время на подъем и спуск смены и предшествующие ему осмотры отдельных узлов подъемной установки должно быть учтено в проекте, но не может превышать 40 мин. в смену.

2.3. В основе расчётов должен лежать четырёхсменный режим работы по проходке ствола с заданным количеством рабочих дней в месяце.

2.4. Для обеспечения средних темпов проходки ствола не ниже заданных и рационального использования подъёмного оборудования выбор его необходимо производить:

I) для глубины ствола, равной 70 % от конечной;

2)с учётом резерва производительности подъёмной установки, равного 20-30%.

2.5. При выборе комплекса подъёмного оборудования необходимо определять требуемую часовую производительность подъёмной установки с учётом затрат времени на буровзрывные работы, крепление ствола, наращивание трубопровода, спуск-подъём смены и другие вспомогательные работы, расчёт которых следует проводить согласно методике треста Донецкшахтопроходка, разработанной

канд.техн.наук Р.А.Торкяном (приложение I).

2.6. Определение технической производительности подъёма по уборке породы при использовании бадей БПС следует производить, руководствуясь формулами, указанными в приложении I. Для других типов бадей, при наличии телеконтроля и забойного перегружателя необходимо руководствоваться расчётом, приведенным в приложении 2.

2.7. Номинальную скорость движения подъёмного сосуда следует принимать, ориентируясь на техническую характеристику передвижной подъёмной установки и глубину ствола. Для стационарно устанавливаемых подъёмных установок скорость движения сосуда следует принимать равной : 2-5 м/с - при глубине ствола до 300 м; 3 - 7 м/с - при глубине 300-700 м; 6- 8 м/с - при глубине 700-900 м; на стволах глубиной 900 м и более допускается применение скорости до 12 м/с. Рекомендуемые границы скоростей приняты с учётом выполнения нормативных темпов проходки ствола и оптимальных условий использования подъёмных установок, а также влияния на производительность подъёмной установки времени маневров и загрузки бадьи. При необходимости иметь более высокие темпы проходки ствола скорость движения сосуда рассчитывается индивидуально.

2.8. Длительность маневровых процессов и пауз в течение цикла выдачи бадьи из забоя, продолжительность работы двигателя подъёмной машины на предварительной и маневровых ступенях, а также в режиме динамического торможения следует принимать в соответствии с табл. П.2.7.9 , П.2.7.10 и П.2.7.11 в зависимости от типоразмера бадьи, типа оборудования для загрузки и разгрузки и организации работ.

2.9. При работе без перецепки бадьи в забое длительность загрузки бадьи следует принимать в зависимости от её вместимости

и применяемых погрузочных средств согласно рис. П.I&I или табл.П.2.7.3.

2.I0. При работе с перецепкой бадьи в забое длительность перецепки определяется в зависимости от вместимости бадьи : I0-20 с - для бадей вместимостью I-2 м^3 и 30-40 с - для бадей вместимостью 3-5 м^3.

2.II. При использовании забойного перегружателя типа ЗП-КС продолжительность загрузки бадьи следует принимать 25 с.

2.I2. При расчёте электрической части проходческой подъёмной машины следует :

1) в качестве электропривода, как правило, принимать асинхронный двигатель с фазным ротором и релейно-контакторное управление ;

2) при эквивалентной мощности до 800 кВт следует принимать однодвигательный привод;

3) при эквивалентной мощности свыше I250 кВт следует применять двухдвигательный привод;

4) при эквивалентной мощности от 800 до I250 кВт возможно применение однодвигательного или двухдвигательного привода;

5) как основную принимать схему соединения роторных сопротивлений в звезду. Иные схемы могут быть допущены при малом влиянии времени маневров на нагрев роторных сопротивлений;

6) расчёт роторных сопротивлений и мощности двигателя следует производить с учётом режима работы проходческих установок (см. приложение 2).

2.I3. После выбора машины, двигателя и редуктора должны быть выполнены проверки величины концевой нагрузки по режиму предохранительного торможения.

2.I4. Окончательный выбор машины, редуктора, двигателя и величины концевой нагрузки должен производиться с учётом требований, изложенных в пунктах 2.4, 2.5, 2.6 .. 2.I3.

ЦИКЛ ПРОХОДЧЕСКИЙ

Методика расчёта длительности составляющих

ПРИЛОЖЕНИЕ I

П.I.I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящем приложении приводится методика расчёта длительности составляющих проходческого цикла и скорости проходки ствола. Расчёт продолжительности проходческого цикла производится в зависимости от конкретных горнотехнических условий и режима горнопроходческих работ, оптимальные параметры которого должны обеспечивать наименьшие затраты времени на проходку I м ствола.

Методика разработана канд.техн. наук Р.А.Тюркяном.

П.I.2.БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

П.I.2.I. Количество шпуров

$$N = 12{,}7\,\frac{g\,S_{пр}\,\eta}{\gamma d^2 \rho},\ шт \qquad (П.I.I)$$

где g - удельный расход ВВ, кг/м^3;

$S_{пр}$ - площадь сечения выработки в проходке, м^2;

η - коэффициент использования шпуров;

γ - коэффициент заполнения шпуров;

d - диаметр патрона ВВ, мм;

ρ - гравиметрическая плотность ВВ, г/см^3.

П.I.2.2. Продолжительность работ по обуриванию забоя

$$T_{бур} = \frac{N}{\alpha_{бм} M_{бм}} \left(\frac{\ell}{V_{ср}^{пос.}} + t_{бсп}^{бур} \right),\ мин \qquad (П.I.2)$$

где N - количество шпуров, принимается согласно паспорту буровзрывных работ (БВР) или определяется по формуле

(П.I. I);

$\alpha_{бм}$ – коэффициент одновременности работы бурильных машин; для бурильных молотков $\alpha_{бм} = 0,85$; для бурильных установок $\alpha_{бм} = 0,75$;

$M_{бм}$ – количество работающих машин, шт.

При использовании ручных бурильных молотков удельная площадь забоя, приходящаяся на один бурильный молоток, принимается из расчёта

$$S_{бм}^{уд} \leqslant 4,5 \text{ м}^2;$$

ℓ – глубина шпура, м ;

$V_{ср}^{мех}$ – средняя техническая скорость бурения, м/мин;

$$V_{ср}^{мех} = V_{о}^{мех} K_{ср.}^{бур.}, \qquad (П.I.3)$$

где $V_{о}^{мех}$ – начальная техническая скорость бурения, м/мин, (табл.П.I.8.I) ;

$K_{ср}^{бур}$ – коэффициент средней скорости бурения, (табл.П.I.8.2);

$t_{всп}^{бур}$ – средняя продолжительность вспомогательных операций при бурении одного шпура, мин, (табл.П.I.8.3).

П.I.2.3. Продолжительность заряжания и взрывания шпуров

$$T_{зар} = \frac{N \tau_{зар}}{\alpha_{зар} \cdot M_{зар}}, \text{ мин}, \qquad (П.I.4)$$

где $\alpha_{зар}$ – коэффициент средней численности заряжающих (по данным практики следует принимать $\alpha_{зар} = 0,8$);

$M_{зар}$ – количество проходчиков, занятых на заряжании,

$$M_{зар} = \frac{S_{пр}}{S_{зар}} \leqslant 8 \text{ чел.},$$

$S_{з.ср}$ – удельная площадь забоя на одного заряжающего,

$$S_{з.ср} \geqslant 5{,}0 \text{ м}^2$$

$\tau_{з.ср}$ – время заряжания одного шпура, включая монтаж электросети, $\tau_{з.ср} = 4 \div 1{,}1\,\ell$, мин

П.I.2.4. Общая длительность буровзрывных работ

$$T_{бвр} = T_{бур.} + T_{зар.} + T_{п.з.} \text{ , ч ,} \qquad (\text{П.I.5})$$

где $T_{п.з}$ – суммарные затраты времени на все подготовительно-заключительные операции при буровзрывных работах (табл. П.I.3.4).

П.I.2.5. Удельная продолжительность буровзрывных работ на I м подвигания забоя

$$T^{уд}_{бвр} = \frac{T_{бвр}}{\eta\,\ell} \text{ , ч/м} \qquad (\text{П.I.6})$$

П.I.2.6. Выбор оборудования для буровзрывных работ производится по величине минимальных затрат времени на бурение.

П.I.3. ПОГРУЗКА ГОРНОЙ МАССЫ В КАДЫ ЕПС

П.I.3.I. Продолжительность первой фазы уборки породы

$$T^{I ф}_{уб} = \frac{K_р S_{пр} (\eta\,\ell - h_{2ф})}{P^{max}_{уб}\, K^{ср}_{кр}} \text{ , ч} \qquad (\text{П.I.7})$$

где $K_р$ – коэффициент разрыхления породы ($K_р$ = I,8–2,0);

$h_{2ф}$ – высота слоя породы во второй фазе уборки, м (табл. П.I.3.5);

$P^{max}_{уб}$ – максимально возможная производительность уборки породы, м³/ч ;

при работе с перецепкой бадьи в забое :

если $P_{под.} < P_{погр.}$,

то $P_{уб}^{max} = P_{под} = 3600\, Q_б \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{\tau_{под.}}$, м³/ч ; (П.I.8)

если $P_{под.} > P_{погр.}$

то $P_{уб.} = P_{погр} = 3600\, Q_б \frac{1}{\tau_{погр.}}$, м³/ч ; (П.I.9)

при работе без перецепки бадьи в забое

$$P_{уб.}^{max} = \sum_{i=1}^{m} \frac{3600\, Q_б}{\tau_{под.}^{i} + \tau_{погр.} - 50}, \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (П.I.10)$$

где $P_{под}$ - производительность подъёмных установок, м³/ч ;

$P_{погр}$ - производительность средств погрузки, м³/ч ;

$Q_б$ - вместимость бадьи, м³;

m_1 - количество подъёмных установок, шт ;

$\tau_{под}^{i}$ - продолжительность полного цикла подъёма, с, (табл. П.I.8.6) ;

$\tau_{погр}$ - продолжительность погрузки бадьи, с, (рис. П.I.8.I);

$K_{ФР}^{ср}$ - коэффициент средней производительности погрузочно-подъёмного оборудования в первой фазе уборки породы:

при работе без перецепки $K_{ФР}^{ср} = 0,85 - 0,9$;

при работе с перецепкой

$K_{ФР}^{ср} = 0,7 - 0,75$, если $P_{под} \gg P_{погр}$;

$K_{ФР}^{ср} = 0,75-0,85$, если $P_{под} = 1,0-0,7\ P_{погр.}$;

$K_{ФР}^{ср} = 0,85 - 0,9$, если $P_{под} \leq 0,7\ P_{погр.}$

П.I.3.2. Продолжительность второй фазы уборки породы

$$T_{уб}^{2Ф} = \frac{K_р S_{пр} h_{2ф}}{M_{уб} P_{2Ф}}, \text{ ч}, \qquad (П.I.II)$$

где $M_{уб}$ – число проходчиков в забое, занятых на уборке породы;

$P_{2Ф}$ – средняя производительность труда одного проходчика во второй фазе, $м^3$/час, (табл.П.I.8.7).

П.I.3.3. Полная продолжительность процесса уборки породы в проходческом цикле

$$T_{уб} = T_{уб}^{IФ} + T_{уб}^{2Ф} + T_{всп.}, \text{ ч} \qquad (П.I.I2)$$

где $T_{всп}$ – продолжительность вспомогательных операций на перестановку погрузочных машин в процессе работы и пересмену бригад (при нормальной организации работ $T_{всп} = 0,5\text{-}I,0$ ч), ч .

П.I.3.4. Удельная продолжительность породопогрузочного процесса на I м подвигания забоя

$$T_{уб.}^{уд.} = \frac{T_{уб.}}{\gamma \ell}, \text{ ч/м}, \qquad (П.I.I3)$$

П.I.3.5. Выбор погрузочных машин осуществляется на основании комплексного учёта всех параметров породопогрузочного процесса и проходческого цикла в целом с учётом принятой технологической схемы проходки ствола, его оснащения, а также заданных темпов работ.

П.I.4. ВОЗВЕДЕНИЕ ПОСТОЯННОЙ КРЕПИ

П.I.4.1. При креплении ствола монолитным бетоном с помощью

призабойных передвижных опалубок общая продолжительность процесса крепления определяется по формуле

$$T_{кр} = \frac{Q}{g_{бет}} h_{оп} + t_{кр}^{п.з.}, \text{ ч}, \qquad (П.I.I4)$$

где Q – объём бетона на I м ствола с учётом переборов породы, $м^3$;

$g_{бет}$ – суммарная производительность подачи бетона по трубам, $м^3$/час, (табл. П.I.8.8) ;

$h_{оп}$ – рабочая высота опалубки, м ;

$t_{кр}^{п.з}$ – продолжительность подготовительно-заключительных операций при креплении, ч, (табл.П.I.8.9).

П.I.4.2. При совмещении уборки породы и крепления ствола несовмещённая длительность процесса крепления определяется по формуле

$$T_{кр}^{н} = \frac{Q}{g_{бет}} h_{н} + t_{кр}^{п.з.}, \text{ ч}, \qquad (П.I.I5)$$

где $h_{н}$ – несовмещенная с уборкой породы высота укладки бетона, м.

П.I.4.3. Удельная трудоёмкость продолжительность крепления I м ствола (без учета совмещения с уборкой породы)

$$T_{кр}^{уд} = \frac{T_{кр}}{h_{оп}}, \text{ ч/м}, \qquad (П.I.I6)$$

П.I.4.4. Удельная продолжительность крепления I м ствола (с учётом совмещения с уборкой породы)

$$T_{кр}^{уд.н} = \frac{T_{кр}^{н}}{h_{оп}}, \text{ ч/м} \qquad (П.I.I7)$$

П.I.5. МОНТАЖ И НАРАЩИВАНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ В СТВОЛЕ

Удельные затраты несовмещённого времени по монтажу и наращиванию трубопроводов

$$T^{уд}_{тр.м.} = \sum_{i=1}^{n} \frac{T^{нес.}_{тр}}{h_{тр}}, \quad ч/м, \qquad (П.I.18)$$

где $T^{нес}_{тр}$ – несовмещённая продолжительность наращивания одного звена труб, ч ;

$h_{тр}$ – длина звена наращиваемых труб, м.

По обобщённым данным практики, удельные затраты несовмещённого времени по монтажу и наращиванию трубопроводов при жёсткой подвеске трубопроводов составляют 0,5– I,0 ч/м, а при канатной – 0,I–0,2 ч/м.

П.I.6. УДЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ВРЕМЕНИ НА I МЕТР ПРОХОДКИ СТВОЛА С УЧЁТОМ НЕУСТРАНИМЫХ ПОТЕРЬ

$$T^{уд}_{ч} = \left(T^{уд}_{взр} + T^{уд}_{кр} + T^{уд}_{уб} + T^{уд}_{тр.м.}\right) K_{пр.}, \quad ч/м \qquad (П.I.19)$$

где $K_{пр.}$ – коэффициент потерь рабочего времени на простои и ремонтные операции ($K_{пр} = I,I5$).

П.I.7. РАСЧЁТНЫЕ ТЕМПЫ ПРОХОДКИ СТВОЛА

П.I.7.I. Суточные

$$V^{с}_{пр} = \frac{24}{T^{уд}_{ч}}, \quad м/сут \qquad (П.I.20)$$

П.I.7.2. Месячные

$$V_{пр}^{м} = \frac{24\, n_{дн}}{T_{ц}^{уд}}, \quad м/мес, \qquad (П.I.2I)$$

где $n_{дн}$ – количество рабочих дней в месяце.

П.I.8. ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Таблица П.I.8.I

Выбор начальной технической скорости бурения

Коэффициент крепости пород, f	Начальная техническая скорость бурения, м/мин, для машин типа		
	ПР-30 л.с.	ПР-24 л.с.	БУКС
3÷5	0,38÷0,42	0,47÷0,52	1,4÷2,0
7÷I0	0,22÷0,26	0,28÷0,32	0,8÷I,2
I2÷I6	0,II÷0,I3	0,I4÷0,I6	0,5÷0,7

Примечание: Коронка диаметром 52 мм, давление сжатого воздуха 6 атм.

Таблица П.I.8.2

Изменение средней скорости бурения шпуров

Глубина шпура, м	Коэффициент средней скорости бурения шпуров	
	Ручные молотки	Буровые установки
I	I,00	I,00
2	0,92	0,97
3	0,85	0,93
4	0,77	0,90
5	0,70	0,86

Таблица П.I.8.3

Продолжительность вспомогательных операций при бурении шпуров

Глубина шпура, м	Продолжительность вспомогательных операций на 1 шпур, мин	
	ручные молотки	бурильные установки
I	3,0	2,5
2	5,0	3,0
3	7,0	3,5
4	9,0	4,0
5	II,0	4,5

Таблица П.I.8.4

Продолжительность подготовительно-заключительных операций для буровзрывных работ

Наименование операций	Длительность, мин
Спуск, подсоединение и выдача бурового оборудования:	
1)для ручных молотков	I0-25
2)для бурильных установок	40-60
Спуск, выгрузка ВВ и забойка	I0-I5
Подъём оборудования на взрывобезопасную высоту и выезд смены :	
I)для ручных грузчиков	I0-I5
2)для погрузочных агрегатов	I5-20
Проветривание	I5-30
Спуск оборудования и приведение ствола в безопасное состояние	20-30
Суммарные затраты времени на все операции	65-155

Таблица П.I.8.5

Высота слоя породы во второй фазе уборки породы

Тип погрузочной машины	Вместимость грейфера, $м^3$	Высота слоя породы, (в целике), м
КС-3	0,I4	0,20
КС-2у	0,60	0,30
КС-Iи	I,00	0,45

Таблица П.I.8.6

Определение длительности цикла выдачи бадьи из забоя

Количество полков в строке	Продолжительность полного цикла выдачи бадьи подъёмной установкой, с	
	одноконцевой	двухконцевой
Один	$t'_{под} = \frac{2H - 37}{V_{под}} +$ $+ 2{,}6\, V_{под} + 144$	$t'_{под} = \frac{H - 27}{V_{под}} +$ $+ 1{,}3\, V_{под} + 116$
Два	$t''_{под} = \frac{2H - 177}{V_{под}} +$ $+ 2{,}6\, V_{под} + 194$	$t''_{под} = \frac{H - 107}{V_{под}} +$ $+ 1{,}3\, V_{под} + 166$

Таблица П.I.3.7

Производительность труда проходчиков по второй фазе уборки породы

Коэффициент крепости пород,	Производительность труда одного проходчика, $м^3$/чис (порода в разрыхленном состоянии) при использовании	
	лопат	пневмомонитора
3 -:6	I,4 - I,8	3,2 - 4,8
7 + 10	I,0 - I,4	2,0 - 3,0
I2 + I6	0,6- I,0	I,0 - I,8

Таблица П.I.8.8

Производительность подачи бетона

Количество трубопроводов, шт.	Суммарная производительность подачи бетона по трубопроводам, $м^3$/час (при доставке автосамосвалами)	
I	6+8	I2 + I5
2	I2+I6	24 + 30

Таблица П.I.8.9

Продолжительность подготовительно-заключительных операций при постоянном креплении (на одну заходку)

Наименование операции	Продолжительность выполнения, ч
Разравнивание породы в забое для установки опалубки	0,5 +I,5
Раскрытие створок, отрыв, спуск и центровка опалубки, включая подготовку и заключительные операции	I,5 +2,5
Выдержка бетона при осуществлении крепления с уборкой пор	I,0

КОМПЛЕКС ПОДЪЁМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Методика расчёта основных параметров

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

П.2.I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

В настоящем приложении приводится методика расчета основных параметров комплекса подъёмного оборудования для выдачи породы при проходке вертикальных стволов шахт.

Данную методику рекомендуется использовать при сооружении вертикальных стволов:

глубина от 200 до 1500 м и диаметр от 4 до 9 м

Высота подъёма - от 55 до 1500 м ;

средняя крепость пересекаемых пород - от 3 до 15 единиц по шкале Протодьяконова ;

приток воды - не более 8 м^3/час ;

схема проходки ствола - совмещённая с одним подвесным полком.

Предлагаемая методика позволяет определять требуемую и фактическую производительность и проводить выбор параметров подъёмного комплекса в зависимости от необходимой скорости проходки и характеристики ствола с учётом реальных затрат времени на операции проходческого цикла и выдачу бадьи из забоя.

Методика разработана инж.Кузнецовым В.В.

П.2.2. РАСЧЁТ НЕОБХОДИМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДЪЁМНЫХ УСТАНОВОК И ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА БАДЕЙ

П.2.2.I. Уборка породы. Возможная длительность уборки по проходческой подъёмной установкой в течение проходческого ци

$$T_{уб} = \frac{24\, n_{эн}\, \ell}{V_{пр}} \left(T_{уб.р} + T_{[illegible]} + T_{[illegible]} + T_{уб.[illegible]} + T_{уб.[illegible]} \right), \text{ ч}, \quad (П.2.[illegible]$$

где $n_{эн}$ - количество рабочих дней [illegible]

ℓ – подвигание забоя за цикл, м ;

$V_{пр}$ – требуемая скорость проходки ствола (принимается в соответствии с техническим заданием на разработку проекта), м/мес.;

$T_{бвр}$, $T_{кр}$, $F_{тр}$, $T_{всп}$, $t_{уб.э.}$ – соответственно длительности буровзрывных работ, крепления, наращивания трубопроводов, ремонтных работ, операций по перестановке погрузочной машины, принимаются согласно приложению 1.

В случае, если расчёт составляющих проходческого цикла не производится для ориентировочного определения возможной длительности уборки породы, рекомендуется пользоваться эмпирической формулой

$$T_{уб} = \frac{(96\, n_{дн} - \pi (D + 2\Delta)^2\, t_{уд.}\, V_{пр})\,\ell}{4 V_{пр}}, \text{ ч}, \qquad (П.2.2.2)$$

где D – диаметр ствола, м;

Δ – толщина крепи, м;

$t_{уд}$ – удельная длительность операций, несовмещённых с уборкой породы, ч/м^3;

$$t_{уд} = 0{,}45 - [0{,}03\,(D + 2\Delta) + 0{,}0007\, V_{пр} + 0{,}012\,\ell], \qquad (П.2.2.3)$$

П.2.2.2. Необходимая производительность подъёмных установок

$$q = \frac{0{,}83\,(D + 2\Delta)\,\ell\, K_{пр}}{T_{уб}}, \text{ м}^3/\text{ч (в целике)} \qquad (П.2.2.4)$$

где $K_{пр}$ – коэффициент запаса производительности, ($K_{пр} = 1{,}2 \div 1{,}3$).

П.2.2.3. Скорость подъёма бадьи.

Выбор максимальной скорости подъёма бадьи производится в зависимости от максимальной глубины подъёма согласно разделу 2.7.

П.2.2.4. Необходимая суммарная вместимость бадей

$$\sum_{i=1}^{m} Q_{бi}^{тр} = \frac{\left(\frac{0{,}6\,K_c H_c - 110}{V_{под}} + 2{,}9\,K_c V_{под} + t'_{ман}\right) 2n}{\left(\frac{3600\,n\,K_{зап}}{q\,K_р} - B_{загр.}\,K_{кр}\right) K_c}, м^3, \quad (П.2.2.5)$$

где m - количество бадей в поперечном сечении ствола, шт.;

$Q_{бi}^{тр}$ - необходимая вместимость одной бадьи, $м^3$;

K_c - коэффициент, учитывающий систему подъёма (K_c = I - для двухконцевой системы подъёма; K_c = 2 - одноконцевой);

$H_{ст}$ - проектная глубина ствола, м ;

$V_{под}$ - максимальная скорость подъёма бадьи, м/с ;

$t'_{ман}$ - средняя норма времени на длительность маневровых операций, с , (табл. П.2.7.1 и П.2.7.2);

$B_{загр}$ - норма времени на загрузку I $м^3$ вместимости бадьи, с, (табл. П.2.7.3);

n - количество подъёмных установок, используемых для уборки породы, шт.;

$K_{зап}$ - коэффициент заполнения бадьи (K_1 - 0,92-0,95);

$K_р$ - коэффициент разрыхления породы (K_2 = I,8-2,0);

$K_{кр}$ - коэффициент, учитывающий крепость породы, (табл. П.2.7.3);

П.2.2.5. Выбор типоразмера бадей.

По величине необходимой суммарной вместимости подъёмных сосудов производится выбор количества и типоразмера бадей так,

чтобы их суммарная вместимость была не меньше рассчитанной по формуле (П.2.2.5). Следует отметить, что при расчёте по этой формуле значение $B_{загр} = 0$ при работе с перецепкой бадей или использовании забойного перегружателя типа ЗП-КС.

Принятые типоразмеры бадей необходимо проверить по условию размещения их в поперечном сечении ствола (табл. П.2.7.4 и П.2.7.5).

П.2.3. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ВЫБОР ТИПА ПОДЪЁМНОЙ МАШИНЫ

Расчёт основных параметров и выбор типа подъёмной машины осуществляется в зависимости от схемы оснащения ствола подъёмным оборудованием.

П.2.3.1. Использование временных передвижных подъёмных установок.

П.2.3.1.1. Выбор типа подъёмной машины.

По таблице П.2.7.6 для принятого типоразмера бадьи производится выбор типа передвижной подъёмной машины так, чтобы выполнялось условие

$$H_{под}^{пер} \geqslant H_{под} \qquad (П.2.3.1)$$

где $H_{под}^{пер}$ – максимальная высота подъёма, допускаемая технической характеристикой передвижной подъёмной машины, м ;

$H_{под}$ – необходимая высота подъёма по условию оснащения ствола, м.

П.2.3.1.2. Расчёт основных параметров.

Основные параметры передвижной подъёмной установки принимаем по табл. П.2.7.7 в зависимости от типа машины.

П.2.3.2. Использование временных стационарно устанавливаемых подъёмных установок

П.2.3.2.I. Выбор диаметра каната по условию обеспечения необходимого запаса прочности

Расчётное значение массы I м каната

$$p' = \frac{100\,P_k}{\frac{100\,K_z}{\gamma_0 m} - (H_{под} + h_к)}, \text{ кг}, \qquad (П.2.3.2)$$

где P_k – средняя концевая нагрузка, кН, (табл.П.2.7.4);

K_z – временное сопротивление разрыву проволоки каната при растяжении, $K_z = I4.I0^5 + I8.I0^5$ кН/м^2;

γ_0 – условная плотность каната. Для канатов по ГОСТу I0506-76 $\gamma_0 = 87.I0^2$ кг/м^3; для канатов по ГОСТу I6328-8I $\gamma_0 = 94.I0^2$ кг/м^3;

m – запас прочности каната, $m = 7{,}5$;

$h_к$ – высота от нулевой площадки до оси копровых шкивов, м.

По величине массы I м каната для различных значений временного сопротивления разрыву проволоки выбираются стандартные значения диаметра так, чтобы выполнялось условие

$$p' \leq p, \qquad (П.2.3.3)$$

где p – табличное значение массы I м каната, кг/м.

Выбранный канат проверяется на запас прочности:

при высоте подъёма меньше или равной 600 м

$$\frac{P_z}{P_k + 0{,}0Ip\,(H_{под} + h_к)} \geq 7{,}5; \qquad (П.2.3.4)$$

при высоте подъёма больше 600 м

$$\frac{P_z}{P_k} \geq I0{,}0, \qquad (П.2.3.5)$$

где P_{Σ} – суммарное разрывное усилие всех проволок каната, кН.

Окончательно принимается канат с меньшим диаметром, а при одинаковых диаметрах – с меньшим значением временного сопротивления разрыву для проволок каната.

П.2.3.2.2. Выбор прицепного устройства.

Выбор прицепного устройства производится по весу бадьи с грузом, диаметру и типу каната.

Для канатов по ГОСТу 16828-81 необходимо применять прицепное устройство типа УПП, а для канатов по ГОСТу 10506-76 – УПЗ. По табл.П.2.7.8 производится выбор прицепного устройства в соответствии с диметром каната так, чтобы его грузоподъёмность была не меньше веса бадьи с грузом.

П.2.3.2.3. Определение фактического запаса прочности каната.

Фактическая конечная нагрузка на канат

$$P_к^{ф} = P_б + 10 \gamma_п Q_б + 10\left(Q_б - \frac{Q_б}{K_{разр}}\right)\gamma_в K_{з.п} + P_{пр} + P_{н.р}, \text{ кН}, \quad (П.2.3.6)$$

где $P_б$ – вес порожней бадьи, кН, (табл.П.2.7.4);

$\gamma_п$ – плотность поднимаемой породы в разрыхлённом состоянии, $\gamma_п$ = 1,4–1,6 т/м³;

$Q_б$ – вместимость бадьи, м³;

$\gamma_в$ – плотность пульпы, $\gamma_в$ = 1,0–1,1 т/м³;

$K_{з.п}$ – коэффициент заполнения пустот в загруженной бадье пульпой, $K_{з.п}$ =0,4–0,6;

$P_{пр}$ – вес прицепного устройства, кН, (табл.П.2.7.6);

$P_{н.р}$ – вес направляющей рамки, кН, (табл.П.2.7.4).

Для стволов глубиной $H_п \leq 600$ м запас прочности определяется для конечной высоты подъёма. При этом должно выполняться

условие

$$m_{ф} = \frac{P_б}{P_к^{ф} + 0{,}01p(H_{под} + h_к)} \geq 7{,}5 \qquad (П.2.3.7)$$

Для стволов глубиной $H_{пр} \geq 500$ м запас прочности определяется для высоты подъёма равной 500 м и конечной.

Для высоты подъёма равной 600 м должно выполняться условие

$$m_{ф1} = \frac{P_б}{P_к^{ф} + 0{,}01p(600 + h_к)} \geq 7{,}5 \qquad (П.2.3.8)$$

Для конечной глубины подъёма, должно выполняться следующее условие

$$m_{ф2} = \frac{P_б}{P_к^{ф} + 0{,}01p(H_{под} + h_к)} \geq 5{,}0 \qquad (П.2.3.9)$$

Если указанные условия не выполняются, то необходимо принять следующий больший диаметр каната, выбрать для него типоразмер прицепного устройства и определить фактический запас прочности каната.

П.2.3.2.4. Выбор типа подъёмной машины

Необходимое наибольшее статическое натяжение (разность статических натяжений) каната:

статическое натяжение каната

$$P_{ст}^{г} = P_б + 10 f_п Q_б + 10\left(Q_б - \frac{Q_б}{K_{раз}}\right) f_в K_{зап} + P_{м.р.} + P_{пр} +$$
$$+ 0{,}01\,p\,(H_{под} + h_к), \text{ кН} \qquad (П.2.3.10)$$

разность статических натяжений каната

$$P_{ст}^{р} = 10 f_п Q_б + 10\left(Q_б - \frac{Q_б}{K_{раз}}\right) f_в K_{зап} + 0{,}01p(H_{под} + h_к), \text{ кН} \qquad (П.2.3.11)$$

Выбор подъёмной машины производится так, чтобы выполнялось условие:

для одноконцевой подъёмной установки

$$P^{т}_{ст} \geqslant P^{р}_{ст} \quad , кН \qquad (П.2.3.12)$$

для двухконцевой подъёмной установки дополнительно ещё

$$P^{т}_{раз} \geqslant P^{т}_{раз} \quad , кН \qquad (П.2.3.13)$$

где $P^{т}_{ст}(P^{т}_{раз})$ – допустимое технической характеристикой подъёмной машины наибольшее статическое натяжение (разность статических натяжений) каната, кН.

При выборе типа подъёмной машины необходимо учитывать, что при одноконцевой системе подъёма возможно использование однобарабанных подъёмных машин или, как исключение, двухбарабанных, а при двухконцевой – только двухбарабанных.

Проверка выбранной подъёмной машины по диаметру барабана производится по условиям:

подъёмные установки используемые только для проходки ствола

канаты по ГОСТу 10506-76 $D_б \geqslant 0{,}06\, d_к$,м (П.2.3.14)

канаты по ГОСТу 16828-81 $D_б \geqslant 0{,}06\, d_к$,м (П.2.3.15)

подъёмные установки используемые для проходки ствола и горизонтальных выработок

канаты по ГОСТу 10506-76 $D_б \geqslant 0{,}1\, d_к$,м (П.2.3.16)

канаты по ГОСТу 16828-81 $D_б \geqslant 0{,}079\, d_к$,м (П.2.3.17)

Если указанное условие не выполняется, то принимается следующий типоразмер подъёмной машины с большим диаметром барабана.

Проверка выбранной подъёмной машины по ширине барабана производится по формуле

$$B^{р}_{б} = \frac{\{H_{под} + h_к + 18{,}84[D_б + 10^{-3}(m^{д}_{сл} - 1)d_к] + 30\}(10^{-3} d_к + 0{,}003)}{3{,}14[D_б + 10^{-3}(m_{сл} - 1)d_к]\, m^{д}_{сл}} \leq B^{т}_{б} \qquad (П.2.3.18)$$

где $B_б^р (B_б^т)$ – ширина барабана (соответственно расчётное и стандартное значение), м;

$m_{сл}^д$ – допустимое количество слоёв навивки каната на барабан;

$d_к$ – диаметр каната, мм;

Если указанное условие не выполняется, то принимается следующий больший типоразмер подъёмной машины. При расчёте по формуле (П.2.3.15) следует иметь ввиду, что при проходке стволов допускается: трёхслойная навивка для машин типа Ц;

двухслойная навивка для машин типа 2Ц и ЦР (за исключением машин типа 2Ц5х2,8, для которой разрешена только однослойная навивка).

Для принятых подъёмных машин определяется фактическое число слоёв навивки каната на барабан

$$m_{сл}^ф = \frac{B_б^р}{B_б^т} m_{сл}^д \qquad (П.2.3.19)$$

Полученный результат округляется до ближайшего целого числа в большую сторону.

П.2.3.2.5. Выбор типоразмера шкива.

Выбор типоразмера шкива производится по соответствующим таблицам так, чтобы выполнялось условие

канаты ГОСТ 10906-76 $D_{шк} \geqslant 0,1\, d_к$,м (П.2.3.20)

канаты ГОСТ 16828-81 $D_{шк} \geqslant 0,079\, d_к$,м (П.2.3.21)

где $D_{шк}$ – диаметр шкива, м.

П.2.3.3. Использование постоянных подъёмных машин

П.2.3.3.1. Выбор типоразмера бадьи

По табл. П.2.7.4. и П.2.7.5 производится выбор количества и типоразмера бадей по условию размещения их в поперечном сечении

ствола.

П.2.3.3.2. Выбор параметров подъёмной установки

для бадей, которые удовлетворяют условию размещения в поперечном сечении ствола, выбираются диаметр каната, типоразмер прицепного устройства и производится определение запаса прочности каната.

П.2.3.3. Проверка выбора бадьи

Проверка выбора бадьи производится по наибольшему допустимому статическому натяжению каната (разность статических натяжений) заданной подъёмной машины:

для одноконцевой подъёмной установки

$$P^{p}_{cm} \leq P^{r}_{cm} , \qquad (П.2.3.22)$$

для двухконцевой подъёмной установки дополнительно ещё

$$P^{p}_{pus} \leq P^{r}_{pus} . \qquad (П.2.3.23)$$

Если указанное условие не выполняется для принятых бадей, то выбираются бадьи с максимальной вместимостью, которые удовлетворяют этому условию.

П.2.3.3.4. Проверка подъёмной машины по канатоёмкости барабана

Проверка канатоёмкости барабана подъёмной машины производится по формуле

$$\frac{(H_{кд} + h_{к} + 18{,}84\,D_{б} + 30)(10^{-3} d_{к} + 0{,}003)}{3{,}14\,D_{б}\,B_{2}} \leq m^{o}_{сл} \qquad (П.2.3.24)$$

Если условие не выполняется, то последовательно принимается следующий меньший диаметр каната по ГОСТу 10506-76 или 16826-81 и пересчитывается число слоев навивки каната до тех пор, пока не будет выполняться указанное условие. Окончательно прини-

мается полученный диаметр каната.

П.2.3.3.5. Проверка подъёмной машины по концевой нагрузке

Для полученного в П.2.3.3.5 диаметра каната определяется допустимая концевая нагрузка при запасе прочности каната :

для стволов глубиной $H_{пр.} \leqslant 600$ м, $m = 7{,}5$

$$P_к' = \frac{P_г - 0{,}075p(H_{под} + h_к)}{7{,}5}, \text{ кН} \qquad (П.2.3.25)$$

для стволов глубиной $H_{пр.} > 600$ м, $m = 5{,}0$

$$P_к' = \frac{P_г - 0{,}05p(H_{под.} + h_к)}{5{,}0}, \text{ кН} \qquad (П.2.3.26)$$

В соответствии с допустимой концевой нагрузкой на канат по табл. П.2.7.4 принимается типоразмер бадьи так, чтобы табличное значение концевой нагрузки было меньше расчётного.

П.2.3.3.6. Выбор прицепного устройства

По диаметру каната выбирается типоразмер прицепного устройства.

П.2.4. РАСЧЁТ МОЩНОСТИ И ВЫБОР ТИПА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПОДЪЁМНОЙ МАШИНЫ

П.2.4.1.1. Эффективная мощность движения привода с учётом допустимого нагрева

$$N_{эф.} = \frac{[Q_г^p + 0{,}01p(H_{под}+h_к)]V_{под}}{1{,}02\,\eta}\sqrt{\frac{0{,}36t_{р.пр} + 1{,}2t_{р.маш.} + \ldots}{0{,}25(t_{м.п} + t_{маш}) + 0{,}1t_{р.м.}}}$$

$$+t_{э.т.}+1.25\,\frac{H_{под}-55}{V_{под}}+35$$

$$+0,35\,K_{ф1}\,K_{кр}\,Q\,B_{загр}+2\,\frac{H_{под}-55}{V_{под}}+20$$

, кВт (П.2.4.I)

где η - к.п.д. привода подъёмной установки, (η =0,92-0,95);

$t_{р.пр}$ - нормативная продолжительность работы двигателя на предварительной ступени роторных сопротивлений, с, (табл.П.2.7.9);

$t_{р.ман.}$ - нормативная продолжительность работы двигателя на маневровой ступени роторных сопротивлений, с, (табл.П.2.7.9);

$t_{э.т.}$ - нормативная продолжительность работы двигателя в режиме динамического торможения, с, (табл.П.2.7.9);

$t_{м.н}$ - нормативная продолжительность маневров в нижней части ствола, с, (табл.П.2.7.I0);

$t_{м.р.}$ - нормативная продолжительность маневров, связанных с разгрузкой бадьи, с, (табл.П.2.7.I0);

$t_{п.м}$ - нормативная продолжительность технологических пауз при маневрах, с, (табл.П.2.7.I0);

$K_{ф1}$ - коэффициент, учитывающий сокращение длительности загрузки бадьи в первой фазе уборки породы.

П.2.4.2. Минимальная установленная мощность привода

$$N_{уст}=1,1\,N_{эф}\ ,\ кВт \qquad (П.2.4.2)$$

П.2.4.3. Выбор количества двигателей осуществляется исходя из следующих условий:

I) если $N_{уст}\leq 800$ кВт, то принимается однодвигательный привод;

2) если $800 \leq N_{уст} \leq 1250$ кВт, то осуществляется проверка подъёмной машины на возможность использования двухдвигательного привода. При возможности использования двухдвигательного привода принимаются и рассчитываются два варианта привода: однодвигательный и двухдвигательный. Окончательно принимается тот вариант, который обеспечивает минимальное значение суммарной номинальной мощности двигателей. При невозможности использовать двухдвигательный привод принимается и рассчитывается вариант привода с одним двигателем ;

3) если $N_{уст} \geq 1250$ кВт, то принимается двухдвигательный привод.

П.2.4.4. В зависимости от количества двигателей и типа подъёмной установки принимается типоразмер редуктора.

П.2.4.5. Необходимая синхронная скорость вращения вала двигателя подъёмной установки

$$n_c^p = \frac{60\, V_{под}\, i_p}{\pi D_б} \leq n_{доп}, \quad \text{об/мин.} \quad (П.2.4.3)$$

где i_p - передаточное число редуктора;

$n_{доп}$ - допустимая технической характеристикой подъёмной установки скорость вращения вала двигателя.

П.2.4.6. Окончательно принимаем мощность и тип двигателя по данным каталога так, чтобы выполнялись следующие условия:

$$(n_c^к - n_c^p) \to min \quad \text{(по абсолютной величине)}$$

$$N_{ном} \geq \frac{N_{расч}}{m_{дв}}, \text{ кВт}, \quad (П.2.4.4)$$

где $n_c^к$ - синхронная скорость вращения вала двигателя (табличное значение), об/мин;

$N_{ном}$ - номинальная мощность дви[гателя]

$m_{эв}$ - количество двигателей в электроприводе.

П.2.4.7. Проверка двигателей по перегрузочной способности

Для этого, применительно к уже выбранному типоразмеру двигателя; рассчитывается максимальное и номинальное усилие на ободе барабана подъёмной машины.

П.2.4.7.I. Наибольшее среднее усилие на ободе барабана в момент разгона бадьи после выхода её из полка (пуск двигателя подъёмной установки)

$$F_{ср} = P_к \cdot 0{,}01 p_1 (H_{пад} + h_к) + a M_{пр}, \text{ кН}, \qquad (П.2.4.5)$$

где a - максимальное ускорение бадьи, м/с^2;

$M_{пр}$ - приведенная масса движущихся частей подъёмной установки, кг.

$$M_{пр} = \frac{1}{D_б^2 g}\left(\mathcal{Y}_м + \mathcal{Y}_р + \mathcal{Y}_ш + m_{дв} i_р^2 \mathcal{Y}_{дв}\right) +$$

$$+ (P_к + P_{кан}) \frac{1}{g}, \text{ кг}, \qquad (П.2.4.6)$$

где g - ускорение свободного падения, м/с^2;

$\mathcal{Y}_м$, $\mathcal{Y}_р$, $\mathcal{Y}_ш$, $\mathcal{Y}_{дв}$ - соответственно маховые моменты подъёмной машины, редуктора, копровых шкивов, двигателя, кН.м;

$P_{кан}$ - вес всего каната, кН.

П.2.4.7.2. Максимальное усилие определяется с учётом диаграммы пуска двигателей в зависимости от соотношения переключающих моментов электродвигателя по формуле

$$F_{max} = F_{ср} \frac{2\lambda}{1+\lambda}, \text{ кН}, \qquad (П.2.4.7)$$

где λ – коэффициент переключения при пуске электродвигателя.

Для подавляющего большинства двигателей шахтных подъёмных установок $\lambda = 1{,}7 \div 1{,}8$. Учитывая это

$$F_{ср} = (1{,}25 \div 1{,}30)\, F_{ср} \quad , \text{кН} \qquad (\text{П.2.4.8})$$

П.2.4.7.3. Номинальное усилие электродвигателя

$$F_{ном} = \frac{1{,}02\, N_{ном}\, m_{дв}}{V_{ном}} , \text{ кН} \qquad (\text{П.2.4.9})$$

П.2.4.7.4. В случае правильного выбора двигателя должно обеспечиваться условие

$$\frac{F_{max}}{F_{ном}} \leqslant \beta , \qquad (\text{П.2.4.10})$$

где β – перегрузочная способность двигателя, принимается по каталогу.

П.2.4.8. Фактическая скорость подъёма бадьи

Фактическая скорость подъёма определяется по формуле

$$V_ф = \frac{\pi D_б\, n_н}{60\, i_р} \quad , \text{ м/с}, \qquad (\text{П.2.4.11})$$

где $n_н$ – номинальная скорость вращения вала электродвигателя, об/мин.

П.2.4.9. Приведенный расчёт мощности предназначен для выбора двигателя одноконцевой подъёмной установки, так как именно в этом случае принятые ранее методы расчётов не удовлетворяют условиям работы проходческого подъёма. Выбор двигателя двухконцевого подъёма рекомендуется проводить по общепринятым методикам расчёта электропривода, поэтому в данных "Нормах . . ." он не приводится.

П.2.5. РАСЧЁТ РОТОРНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРОХОДЧЕСКОЙ ПОДЪЁМНОЙ УСТАНОВКИ

П.2.5.I. Номинальный и максимальный моменты вращения электродвигателя

Здесь и вдальнейшем определяется момент, приведенный к ободу барабана подъёмной машины

$$M_{ном.} = \frac{1{,}02\, N_д \mathcal{D}_б \eta}{2 V_ф} \quad ,кН.м \qquad (П.2.5.I)$$

$$M_{max} = \beta M_{ном} \quad ,кНм \qquad (П.2.5.2)$$

П.2.5.2. Статический момент сопротивления для случая нахождения бадьи в забое:

$$M_{ст} = [P_к + p\,(H_{под} + h)]\frac{\mathcal{D}_б}{2} \quad ,кНм \qquad (П.2.5.3)$$

П.2.5.3. Средний пусковой момент электродвигателя

$$M_{ср} = \frac{M_{ст} + \sigma M_{пр}\frac{\mathcal{D}_б}{2}}{m_{об}\eta} \quad , кН.м \qquad (П.2.5.4)$$

П.2.5.4. Номинальное скольжение электродвигателя

$$S_н = \frac{n_с^* - n_н}{n_с^*} \qquad (П.2.5.5)$$

П.2.5.5. Коэффициент переключения

Величина момента переключения предварительно выбирается по формуле исходя из номинального момента двигателя

$$\lambda_{пр} = \sqrt[m+1]{\frac{1}{S_н}}, \qquad (П.2.5.6)$$

где m – число пусковых ступеней роторной станции.

П.2.5.6. Моменты переключения электродвигателя определяются по формулам

$$M_1 = \frac{2\lambda_{пр}}{1+\lambda_{пр}} M_{ст}, \quad кН.м \qquad (П.2.5.7)$$

$$M_2 = \frac{2}{1+\lambda_{пр}} M_{ст}, \quad кН.м \qquad (П.2.5.8)$$

где M_1, M_2 – соответственно верхний и нижний моменты переключения электродвигателя.

П.2.5.7. Для нормальной работы двигателя должны выполняться условия:

$$M_{ном} > \frac{M_{ст}}{m_{дв}}, \quad кН.м \qquad (П.2.5.9)$$

$$M_1 < 0{,}9 M_{max}, \quad кН.м \qquad (П.2.5.10)$$

$$M_2 \geqslant 1{,}1 \frac{M_{ст}}{m_{дв}}, \quad кН.м \qquad (П.2.5.11)$$

Если условие не выполняется (П.2.5.9), то принимается более мощный двигатель.

Если не выполняется условие (П.2.5.10), то принимают

$M_1 = 0{,}9\ M_{max}$.

Если не выполняется условие (П.2.5.II), то принимается

$M_2 = 1{,}1\ M_{ст}$

П.2.5.8. Критическое скольжение электродвигателя на естественной характеристике определяется по формуле

$$S_{ек} = S_н\left(\beta + \sqrt{\beta^2 - 1}\right) \qquad (П.2.5.I2)$$

П.2.5.9. Скольжение на естественной характеристике при верхнем и нижнем моментах переключения электродвигателя

$$S_{e_{1(2)}} = S_{ек}\left[\frac{M_{max}}{M_{1(2)}} - \sqrt{\left(\frac{M_{max}}{M_{1(2)}}\right)^2 - 1}\right] \qquad (П.2.5.I3)$$

П.2.5.I0. Корректируем величину коэффициента переключения электродвигателя

$$\lambda = \sqrt[m-1]{\frac{1}{S_{e_2}}} \qquad (П.2.5.I4)$$

Следует отметить, что предлагаемая формула и все подобные ей, указанные в литературе, дают приближённое значение коэффициента переключения с ошибкой в 5–I0 %, так как не учитывается сопротивление контактных колец, кабеля и т.д. Поэтому в конце расчёта при проверке разбивки роторных сопротивлений иногда возникает необходимость в дополнительной корректировке переключения (раздел П.2.5.I8).

П.2.5.II. Корректировка величины моментов переключения электродвигателя

$$M_2 = \frac{M_1}{\lambda} \quad \text{, кН.м} \qquad (П.2.5.I5)$$

При этом необходимо иметь в виду, что M_2 должен быть

больше статического момента сопротивления на 10-20 %. Если это условие не соблюдается, то необходимо принять $M_2 =$ $(1,1 \div 1,15)\ M_{ст}$ и корректировать величину M_1.

$$M_1 = M_2 \lambda \quad , \text{кН.м} \qquad (П.2.5.16)$$

При этом наибольший пусковой момент должен быть меньше максимального момента двигателя не менее чем на 10 %.

П.2.5.12. Соблюдение приведенных рекомендаций обеспечивает нормальный пуск двигателя. Если условия выбора переключающих моментов M_1 и M_2 по отношению к максимальному и статическому моментам не выдерживаются для выбранной величины момента переключения электродвигателя, то необходимо пересмотреть режим его пуска по величине заданного ускорения, а иногда и по числу пусковых ступеней и откорректировать коэффициент переключения.

П.2.5.13. Момент, развиваемый двигателем на предварительной ступени ($M_{пр}$),

$$\text{при } \frac{M_{ном}\, m_{дв}}{M_{ст}} > 1,15 \qquad M_{пр} = (0,4 \div 0,5)\ M_{ном}, \text{кВт} \qquad (П.2.5.17)$$

$$\text{при } 1,1 \leqslant \frac{M_{ном}\, m_{дв}}{M_{ст}} \leqslant 1,15, \quad M_{пр} = 0,6\ M_{ном}, \text{кВт} \qquad (П.2.5.18)$$

П.2.5.14. Момент, развиваемый двигателем на маневровой ступени ($M_{ман}$),

$$\text{при } \frac{m_{дв}\, M_{ном}}{M_{ст}} > 1,15 \qquad M_{ман} = (0,9 \div 1,0)\ M_{ном}; \qquad (П.2.5.19)$$

$$\text{при } 1,1 \leqslant \frac{M_{ном}\, m_{дв}}{M_{ст}} \leqslant 1,15 \qquad M_{ман} = 1,1\ M_{ном} \qquad (П.2.5.20)$$

П.2.5.15. Внутреннее активное сопротивление ротора. Расчёт величины всех сопротивлений ведём в относительных единицах

$$r_р = S_н \qquad (П.2.5.21)$$

П.2.5.16. Сопротивление цепи ротора для пусковых ($R_5 - R_8$), маневровой ($R_{ман}$) и предварительной ($R_{пр}$) ступеней:

$$R_8 = r_р\lambda \qquad R_7 = r_р\lambda^2 \qquad R_6 = r_р\lambda^3$$
$$R_5 = r_р\lambda^4 \qquad R_4 = r_р\lambda^5 \qquad R_3 = r_р\lambda^6 \qquad (П.2.5.22)$$

$$R_{ман} = \frac{M_{ном}}{M_{ман}} \qquad R_{пр} = \frac{M_{ном}}{M_{пр}} \qquad (П.2.5.23)$$

П.2.5.17. Если коэффициент переключения выбран правильно, соблюдается условие

$$\frac{0,9}{\lambda} \leqslant R_3 \leqslant \frac{1,1}{\lambda} \qquad (П.2.5.24)$$

Если указанное условие не соблюдается, необходимо провести корректировку коэффициента переключения.

П.2.5.18. В данной методике рассмотрен случай применения восьмиступенчатой станции управления, при этом шесть ступеней используются как пусковые и две как маневровые. При наличии пятиконтактной станции методика расчёта роторных сопротивлений не изменится.

П.2.5.19. Сопротивление отдельных ступеней

$$r_8 = R_8 - r_р \qquad r_7 = R_7 - R_8 \qquad r_6 = R_6 - R_7$$
$$r_5 = R_5 - R_6 \qquad r_4 = R_4 - R_5 \qquad r_3 = R_3 - R_4 \qquad (П.2.5.25)$$

$$r_{ман} = R_{ман} - R_{э} \qquad r_{пр} = R_{пр} - R_{ман} \qquad (П.2.5.26)$$

П.2.5.20. Ток ступеней за время их работы (среднее значение действующего тока):

для предварительной ступени $J_{пр} = 0{,}6\ J_{н}$, А (П.2.5.27)

для маневровой ступени $J_{ман} = 1{,}1\ J_{н}$, А (П.2.5.28)

для пусковых ступеней с учётом динамического торможения в зависимости от глубины подъёма :

$H_{под} < 300$ м	$J_{пуск} = 0{,}9\ J_{н}$, А	
$H_{под} = 300–700$ м	$J_{пуск} = 0{,}95\ J_{н}$, А	(П.2.5.29)
$H_{под} = 700–1000$ м	$J_{пуск} = 1{,}00\ J_{н}$, А	
$H_{под} > 1000$ м	$J_{пуск} = 1{,}05\ J_{н}$, А	

П.2.5.21. Для того чтобы выбрать сопротивление ступеней из стандартных ящиков, необходимо определить продолжительность их включения (ПВ). Самый неблагоприятный режим работы роторных сопротивлений будет в начальный период работы подъёмной машины. Поэтому расчёт проводится для начальной глубины ствола, с которой используется рассматриваемая подъёмная машина:

предварительная ступень

$$ПВ_{пр} = \frac{t_{р.пр}}{t'_{ц}}\ ; \qquad (П.2.5.30)$$

маневровая ступень $ПВ_{ман} = \dfrac{t_{р.пр} + t_{р.ман}}{t'_{ц}}$; (П.2.5.31)

для пусковых ступеней

$$ПВ_{пуск} = \frac{t_{р.пр} + t_{р.ман} + t_{о.т} + 20}{t'_{ц}}\ ; \qquad (П.2.5.32)$$

где $t'_{ц}$ – длительность цикла выдачи балки в начальный период использования подъёмной установки и первой фазы уборки

породы, с.

$$t'_ц = \frac{2H''_{под} - 110}{V_ф} + \frac{4V_ф}{a} + Q_б B_{загр} \cdot K_{тр} K_{кр} +$$

$$+ t_{м.м.} + t_{м.р.}, \qquad (П.2.5.33)$$

где $H''_{под}$ – глубина подъёма в начальный период использования подъёмной установки, м.

Если рассчётное значение $ПВ_{пр.}$ и $ПВ_{кан.}$ будет меньше 0,25, то , учитывая необходимость навивки каната на барабан, ремонтных работ в стволе, использования подъёмной установки при армировке ствола, следует принимать ПВ этих ступеней 0,25.

П.2.5.22. Эквивалентный ток ступеней с учётом режима их работы в течение цикла

$$J_{экв.пр} = J_{пр} \sqrt{ПВ_{пр}}, А \qquad (П.2.5.34)$$

$$J_{экв.кан} = J_{кан} \sqrt{ПВ_{кан}}, А \qquad (П.2.5.35)$$

$$J_{экв.пуск} = J_{пуск} \sqrt{ПВ_{пуск}}, А \qquad (П.2.5.36)$$

П.2.5.23. Для того чтобы перейти от сопротивления в условных единицах к значениям в Ом, необходимо воспользоваться соотношением

$$r' = r \frac{U_н}{\sqrt{3}\, J_н}, Ом \qquad (П.2.5.37)$$

где $U_н$ – номинальное напряжение ротора, В ;

$J_н$ – номинальный ток ротора, А.

П.2.5.24. На основании изложенной методики для удобства расчётов роторных сопротивлений разработан формуляр, в который заносятся рассчитанные по ранее указанным формулам величины

противления, продолжительность включения и токи отдельных ступеней.

Наименование ступени	Сопротивление цепи ротора	Сопротивление ступени		Среднее значение действующего тока	Продолжительность включения	Эквивалентный ток
	отн.ед.	отн.ед.	Ом	А	%	А

П.2.5.25. По данным расчётного формуляра производится выбор стандартных ящиков сопротивления и составляется схема их соединения для каждой фазы.

П.2.5.25. Приведенный расчёт роторных сопротивлений предназначен для одноконцевой подъёмной установки, так как именно в этом случае принятые ранее методы расчёта не удовлетворяют условиям работы проходческого подъёма. Расчёт роторных сопротивлений двухконцевой подъёмной установки рекомендуется проводить по общепринятым методикам расчёта электропривода, поэтому в данных "Нормах . . . " он не приводится.

П.2.6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОХОДКИ СТВОЛА

П.2.6.I. Определение проектных параметров работы подъёма и показателей проходки ствола производим для глубины, равной 60 % от конечной глубины ствола.

П.2.6.2. Длительность цикла выдачи бадьи

П.2.6.2.I. При работе без перецепки бадьи в забое

$$t_ц = \frac{0{,}6 K_c H_{ст} - 110}{V_ф} + \frac{2 K_c V_ф}{a_ф} + Q K_{кр} B_{затр} + t_{ш} + t_{ф}, \text{ с} \quad (П.2.6.I)$$

П.2.6.2.2. При работе с перецепкой бадьи в забое или использовании грузчика-перегружателя ЗП-ЖС,

если $\frac{0{,}6 K_c H_{cm} - 110}{V_ф} + \frac{2 K_c V_ф}{a_ф} + t_{м.н} + t_{м.р} > K_{кр} B_{загр} Q_б + t_{п.з}$

то $t_{цl} = \frac{0{,}6 K_c H_{cm} - 110}{V_ф} + \frac{2 K_c V_ф}{a_ф} + t_{м.н} + t_{м.р}$,с (П.2.6.2)

если $\frac{0{,}6 K_c H_{cm} - 110}{V_ф} + \frac{2 K_c V_ф}{a_ф} + t_{м.н} + t_{м.р} \leqslant K_{кр} B_{загр} Q_б + t_{п.з}$

то $t_{цl} = K_{кр.} B_{загр.} Q_б + t_{п.з}$,с (П.2.6.3)

где $t_{п.з}$ – пауза для перецепки бадьи или пересыпки породы из перегружателя, с, (см. раздел 2.10).

П.2.6.3. Техническая производительность подъёмных установок (средняя по всей глубине ствола)

$$P_{тех.} = \frac{360 K_{зап}}{K_р} \sum_{j=1}^{m_{п.н}} \frac{Q_{бj}}{t_{цj}}$$, м³/ч (в целике), (П.2.6.4)

где $m_{п.н}$ – количество подъёмных машин.

П.2.6.4. Время уборки породы после взрыва, включая вспомогательные операции на перестановку погрузочных машин (среднее по всей глубине ствола)

$$T_{уб} = \frac{(D + 2\Delta)^2 \ell K_р K_{пр}}{4335 K_{зап} \sum_{j=1}^{m_{п.н}} \frac{Q_{бj}}{t_{цj}}}$$, ч (П.2.6.5)

П.2.6.5. Длительность проходческого цикла (средняя по всей глубине ствола)

$$T_ц = T_{бур} + T_{пр} + T_{гр} + T_{всп} + T_{уб}, \text{ ч} \qquad (П.2.6.6)$$

П.2.6.6. Среднемесячные темпы проходки ствола (средние по всей глубине ствола)

$$V_{пр} = \frac{24 n_{сд} \ell}{T_ц}, \text{ м/мес} \qquad (П.2.6.7)$$

П.2.6.7. Расчётное время проходки ствола (без учёта времени сооружения устья ствола, камер и сопряжения)

$$T = \frac{H_{ств}}{V_{пр}}, \text{ мес} \qquad (П.2.6.8)$$

П.2,6.8. Производительность труда

П.2.6.8.I. Средние затраты труда в человеко-сменах на одну заходку

$$T_{чс} = \frac{T_ц N_{раб}}{24}, \text{ чел.смен} \qquad (П.2.6.9)$$

П.2.6.8.2. Средняя производительность труда одного проходчика на сменный выход

$$P_{пр} = \frac{0{,}785 D^2 \ell}{T_{чс}}, \text{ м}^3 \text{ ствола в свету/выход} \qquad (П.2.6.10)$$

П.2.7. ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Таблица 2.7.1

Средняя норма времени длительности маневровых операций для одноконцевой подъёмной установки

Схема обмена бадей	Способ вождения грейфера	Тип бадьи	Норма времени, с	
			без телеконтроля за процессом разгрузки	при телеконтроле за процессом разгрузки
Без перецепки бадьи в забое или с перегружателем	Механизированный	БПСМ	220	200
		БПС	270	250
	Ручной	БПСМ	270	250
		БПС	320	300
С перецепкой бадьи в забое	Механизированный	БПСМ	240	220
		БПС	295	275
	Ручной	БПСМ	290	270
		БПС	345	325

Таблица П.2.7.2

Средняя норма времени длительности маневровых операций для двухконцевой подъёмной установки

Способ обмена бадьи	Способ вождения тренера	Тип бадьи	Норма времени, с	
			без телеконтроля за разгрузкой	при телеконтроле за разгрузкой
Без перецепки бадьи в забое или с перегружателем	Механизированный	БПСМ	165	165
		БПС	215	215
	Ручной	БПСМ	205	205
		БПС	255	255
С перецепкой бадьи в забое	Механизированный	БПСМ	180	180
		БПС	230	230
	Ручной	БПСМ	230	230
		БПС	300	300

Таблица П.2.7.3

Нормативные данные для определения длительности загрузки бадьи

Количество грейферов в поперечном сечении отвода	Норма времени на загрузку 1 м³ вместимости бадьи (с) для погрузочной машины						
	КС-3	КС-12	КСМ-2у	КС-2у/40	2КС-2у/40	КС-1м	2КС-1м
1	130	100	65	55	55	40	40
2	120	110	-	-	35	-	30
3	100	-	-	-	-	-	-
4	90	-	-	-	-	-	-
Крепость пород по шкале Протодьяконова	Коэффициент, учитывающий влияние крепости пород на длительность загрузки						
до 5	0,60	0,60	0,75	0,85	0,85	0,95	0,95
5 - 10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 - 15	1,35	1,35	1,20	1,15	1,15	1,05	1,05
Свыше 15	2,00	2,00	1,60	1,30	1,30	1,10	1,10

Примечание: Для определения длительности загрузки бадьи в первой фазе уборки породы указанные величины необходимо умножить на $K_{ф_1} = 0,75$, во второй фазе - $K_{ф_2} = 2,4$.

Таблица П.2.7.4

Техническая характеристика бадей

Показатели	Тип бадьи БПС							
Вместимость бадьи, $м^3$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,5	6,5
Наружный диаметр корпуса, мм	1150	1300	1400	1600	1600	1600	2050	2050
Полезный вес поднимаемого груза, не более, кН	18,5	27,5	37,0	46,2	56,0	74,0	101,7	120,2
Вес бадьи с грузом, не более, кН	22,2	33,5	44,3	55,0	65,4	86,8	120,7	140,5
Вес направляющей рамки, не более, кН	3,9	5,4	5,5	5,7	5,7	8,5	10,0	10,5
Концевая нагрузка (вес груженой бадьи с направляющей рамкой и прицепным устройством), не более, кН	27,4	40,2	51,9	62,3	73,1	97,3	132,9	153,2
Вес порожней бадьи, не более, кН	3,7	6,1	7,3	8,8	9,4	12,8	19,0	20,4

Продолжение табл. П.2.7.4

Показатели	Тип бадьи БПСМ						
Вместимость бадьи, м³	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0
Наружный диаметр корпуса, мм	1150	1300	1300	1600	1700	1700	2050
Полезный вес поднимаемого груза, не более, кН	18,5	27,5	37,0	56,0	64,0	83,0	92,0
Вес бадьи с грузом, не более, кН	21,7	33,8	44,7	57,5	79,0	100,0	110,0
Вес направляющей рамки, кН	2,6	3,2	3,3	7,5	11,6	14,0	14,0
Концевая нагрузка (вес груженой бадьи с направляющей рамкой и прицепным устройством), не более, кН	26,3	38,3	49,6	77,0	92,6	116,0	126,2
Вес порожней бадьи, не более, кН	3,9	6,3	7,7	11,5	15,0	17,0	18,0

Примечание: В таблице приведены максимальные значения силы тяжести (веса). При необходимости эти данные могут быть уточнены в зависимости от конкретных конструктивных особенностей оборудования.

Таблица П.2.7.5

Размещение бадей в поперечном сечении ствола

Диаметр ствола в свету, м	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
Допускаемый диаметр корпуса бадьи при размещении двух бадей в поперечном сечении ствола, мм	1150	1300	1400	1700	1700	2050	2050	2050	2050	2050	2050
Допускаемый диаметр корпуса бадьи при размещении одной бадьи в поперечном сечении ствола, мм	1700	1700	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050

Таблица П.2.7.6

Максимальная глубина подъёма для различных типов передвижных подъёмных установок

Тип передвижной подъёмной машины	Максимальная глубина подъёма при использовании бадьи, м														
	БПС								БПСМ						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,5	6,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0
МПП-6,3	1100	770	390	-	-	-	-	-	1100	930	540	-	-	-	-
МПП-9,0	-	-	1070	760	370	-	-	-	-	-	1170	300	-	-	-
МПП-17,5	-	-	-	-	1270	1170	680	350	-	-	-	1200	1100	1000	840

Таблица П.2.7.7

Основные технические характеристики передвижных подъёмных машин

Параметры	Передвижные подъёмные машины		
	МПП-6,3	МПП-9,0	МПП-I7,5
Статическое натяжение каната, кН	63,0	90,0	I75,0
Барабан:			
диаметр, м	2,00	2,50	2,85
ширина, м	I,50	1,35	I,55
Тип прицепного устройства	УПЗ-5-22	УПЗ-5-25	УПЗ-II-33
Канат :			
диаметр, не более, мм	22	25	33
масса I м каната, кг	2,785	3,645	6,075
временное сопротивление проволок каната на разрыв, кН/мм^2	I,4	I,4	I,4
Скорость подъёма, м/с	5,0	7,0	8,0
Электродвигатель :			
тип	АКЗ-I2-39-6	АКЗ-I3-46-6	АКЗ-I3-46-6
количество, шт	I	I	2
мощность, кВт	320	630	630
скорость вращения, об/мин	985	985	985
Редуктор :			
тип	Ц2-7I0Н	Ц2В-900	Ц2В-900
количество, шт	I	I	2
передаточное число	20	20	20
Масса, т	64,3	II0,0	I96,0

Таблица П.2.7.8

Техническая характеристика прицепных устройств

Показатели	Типа УПП			Типа УПЗ											
	УПП-2,6	УПП-5,0	УПП-8,0	УПЗ-4-20	УПЗ-5-22	УПЗ-5-25	УПЗ-8-27	УПЗ-8-30	УПЗ-11-33	УПЗ-11-36	УПЗ-13-38	УПЗ-15-40	УПЗ-20-40
Грузоподъёмность, не более, кН	26,0	50,0	80,0	40,0	50,0	50,0	80,0	80,0	110,0	110,0	150,0	150,0	150,0
Вес прицепного устройства, кН	I,3	I,6	2,0	I,I	I,4	I,4	I,7	I,7	2,2	2,2	2,45	2,45	3,0
Диаметр подъёмного каната, мм	I8-26	27-35	37	20	22	25	27	30	33	36	38	40	46

Таблица П.2.7.9.

Нормативная продолжительность работы роторных сопротивлений для одноконцевой подъёмной установки

Оснащение проходки ствола	БПС								БПСМ						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,5	6,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0
Нормативная продолжительность работы двигателя на предварительной ступени роторных сопротивлений, с															
Работа без перецепки бадьи в забое при использовании перегружателя ЗП-МС	20	23	25	26	27	29	31	32	20	23	25	27	28	30	31
Работа с перецепкой бадьи в забое	28	34	40	45	49	[illegible]	64	68	28	34	40	52	52	59	61
Нормативная продолжительность работы двигателя на маневровой ступени роторных сопротивлений, с															
Механическое вождение грейфера	65	82	95	105	114	[illegible]	142	150	40	48	51	68	71	75	77
Ручное вождение грейфера	95	112	125	135	144	[illegible]	172	1[illegible]	70	78	81	98	101	105	107
Нормативная продолжительность работы двигателя в режиме динамического торможения, с															
Работа без перецепки бадьи в забое или с использованием ЗП-МС: Механическое вождение грейфера	89	100	108	114	119	127	137	140	82	89	94	100	103	106	108
Работа без перецепки бадьи в забое или с использованием ЗП-МС: Ручное вождение грейфера	109	120	128	134	137	157	160	160	102	109	114	120	123	126	128
Работа с перецепкой бадьи в забое: Механическое вождение грейфера	90	110	123	142	155	174	193	200	65	82	92	118	125	137	142
Работа с перецепкой бадьи в забое: Ручное вождение грейфера	110	130	148	162	175	194	213	220	85	102	112	138	145	157	162

Таблица П.2.7.10.

Нормативная продолжительность операций цикла выдачи бадьи из забоя для одноконцевой подъемной установки.

Основание проходки отвала		БПС								БПСМ					
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,5	6,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0
Нормативная продолжительность маневров в нижн. части ствола, с																
Работа без перецепки бадьи в забое	Механическое воздействие грейфера	73	93	109	121	130	145	160	165	60	71	78	96	101	108	110
	Ручное воздействие грейфера	123	143	159	171	180	195	210	215	110	121	128	146	151	158	160
Работа с перецепкой бадьи в забое	Механическое воздействие грейфера	120	146	191	219	243	280	322	349	67	112	130	180	194	220	232
	Ручное воздействие грейфера	170	208	241	269	293	330	372	395	137	162	180	230	244	270	281
Работа с перегружателем ЗП-КС		83	103	119	121	140	155	170	175	70	81	88	106	111	118	120
Нормативная длительность разгрузки и связанных с ней маневров, с																
При телеконтроле за процессом разгрузки		49	65	84	99	112	133	157	168	30	63	75	106	118	135	142
Без телеконтроля за процессом разгрузки		69	85	104	119	132	153	177	188	60	73	85	120	133	150	157
Нормативная длительность технологических пауз в течение цикла выдачи бадьи, с																
При телеконтроле за процессом разгрузки	Работа без перецепки бадьи в забое	17	29	40	47	54	62	69	71	17	29	40	54	58	65	67
	Работа с ЗП-КС	27	39	50	57	64	72	79	81	27	39	50	64	68	75	77
	Работа с перецепкой бадьи в забое	27	50	67	80	90	105	123	130	27	50	67	90	98	112	117
Без телеконтроля за процессом разгрузки	Работа без перецепки бадьи в забое	37	49	50	67	74	82	09	91	37	49	60	74	78	85	87
	Работа с ЗП-КС	47	59	70	77	84	92	99	101	47	59	70	84	88	95	97
	Работа с перецепкой бадьи в забое	47	70	87	100	110	125	143	150	47	70	87	110	113	132	137

Таблица П.2.7.II.

Нормативная длительность операций цикла выдачи бадьи из забоя для двухконцевой подъемной установки.

Оснащение проходки стволы		БПС								БПСМ						
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,5	6,5	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,0
Нормативная длительность маневров в течение цикла выдачи бадьи, с																
Работа без перецепки бадьи в забое	Механическое вождение грейфера	120	150	173	195	215	246	278	290	100	112	122	155	179	202	226
	Ручное вождение грейфера	160	190	113	135	255	286	308	330	140	152	162	205	219	242	266
Работа с перецепкой бадьи в забое	Механическое вождение грейфера	190	220	255	285	315	365	410	450	146	165	180	240	255	283	325
	Ручное вождение грейфера	240	270	308	335	365	415	460	500	196	215	230	290	305	333	375
Работа с перегрузкателем ЗП-КС		130	160	183	205	225	256	280	300	110	122	132	175	189	212	236
Нормативная продолжительность технологических пауз, связанных с маневрами в течение цикла выдачи бадьи, с																
При телеконтроле за процессом разгрузки	Работа без перецепки бадьи в забое	20	28	38	44	51	58	64	66	20	28	38	51	54	61	62
	Работа с перегрузкателем ЗП-КС	20	28	38	44	51	58	64	66	20	28	38	51	54	61	62
	Работа с перецепкой бадьи в забое	27	50	65	77	87	101	120	125	27	50	65	87	98	108	112
Без телеконтроля за процессом разгрузки	Работа без перецепки бадьи в забое	20	28	38	44	51	58	64	66	20	28	38	51	54	61	62
	Работа с перегрузкателем ЗП-КС	20	28	38	44	51	58	64	66	20	28	38	51	54	61	62
	Работа с перецепкой бадьи в забое.	27	50	65	77	87	101	120	125	27	50	65	87	98	108	112

ПРИМЕР РАСЧЁТА

Длительность составляющих проходческого цикла и основные параметры комплекса подъёмного оборудования

П Р И Л О Ж Е Н И Е 3

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Требуемая скорость проходки ствола, м/мес	120
Глубина ствола проектная, м	735
Диаметр ствола в свету, м	6,0
Толщина крепи, м	0,50
Глубина шпуров, м	1,6
Подвигание забоя за цикл, м	1,2
Средневзвешенная крепость пород по всей глубине ствола по шкале Протодьяконова	9
Диаметр патронов ВВ, мм	45
Тип применяемого ВВ	скальный аммонит
Высота укладки бетона, не совмещенная с уборкой породы, м	12,0
Количество бетоноводов в стволе, шт	2
Тип копра (конструкция института "Донгипроспецшахтострой")	Д-II
Глубина подъема, м:	
начальная	55
конечная	735
Допускаемое ускорение разгона бадьи до максимальной скорости, м/с^2	0,75
Число ступеней роторной станции, шт:	
общее	8
пусковых	6
Тип бурильной установки	БУКС-1м
Тип погрузочной машины	2К-2у/40
Тип постоянной подъемной машины	ЦР-4х3,2/0,7
Количество постоянных подъемных машин, шт	2
Телеконтроль процесса разгрузки	отсутствует

Схема уборки породы . . . . . одноступенчатая без перецепки бадьи

Количество рабочих в комплексной проходческой бригаде (в течение суток), чел 28

Примечания: 1. Пример расчёта приведен для указанных условий проходки и оборудования. Для иных условий результаты могут быть другими обусловленные конкретными особенностями оснащения ствола и применённым оборудованием.

2. Проходка ствола со скоростью 120 м/мес предусматривает высокую организацию работ при минимально возможной длительности всех операций цикла.

П.3.2. РАСЧЁТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИЙ ПРОХОДЧЕСКОГО ЦИКЛА, НЕ СОВМЕЩЁННЫХ С УБОРКОЙ ПОРОДЫ

П.3.2.1. Буровзрывные работы

П.3.2.1.1. Количество шпуров

$$N = 12{,}7\sqrt{\frac{1{,}12 \cdot 40{,}5 \cdot 0{,}9}{0{,}4 \cdot 4{,}5^2 \cdot 1{,}0}} = 64 \text{ шт.}$$

П.3.2.1.2. Продолжительность работ по обуриванию забоя

$$V_{ср}^{маш} = 1{,}0 \cdot 0{,}9 = 0{,}9 \text{ м/мин}$$

$$T_{обур} = \frac{64}{0{,}75 \cdot 4}\left(\frac{4{,}6}{0{,}9} + 4\right) = 194 \text{ мин} = 3{,}2 \text{ ч}$$

П.3.2.1.3. Продолжительность заряжения и взрывания

$$M_{зар} = \frac{40{,}5}{5{,}0} = 8{,}0 \text{ чел.}$$

$$t_{зар} = 4 + 1{,}1 \cdot 4{,}6 = 9 \text{ мин}$$

$$t_{зар} = \frac{64 \cdot 9}{0{,}6 \cdot 8} = 80 \text{ мин} = 1{,}3 \text{ ч}$$

П.3.2.1.4. Общая длительность буровзрывных работ

$$T_{бвр} = 3{,}2 + 1{,}3 + 2{,}0 = 6{,}5 \text{ ч}$$

П.3.2.1.5. Удельная продолжительность буровзрывных работ

$$T_{бвр}^{уд} = \frac{6{,}5}{0{,}9 \cdot 4{,}6} = 1{,}57 \text{ ч/м}$$

П.3.2.2. Возведение постоянной крепи

П.3.2.2.I. Общая продолжительность крепления

$$T_{кр} = \frac{12,24}{25} \cdot 4,2 + 3,0 = 5,1 \text{ ч}$$

П.3.2.2.2. Несовмещённая длительность процесса крепления

$$T_{кр} = \frac{12,24}{25} \cdot 2,0 + 3,0 = 3,9 \text{ ч.}$$

П.3.2.2.3. Удельная продолжительность крепления I м ствола (с учётом совмещения процесса крепления и уборки породы)

$$T^{уд}_{кр} = \frac{3}{4,2} = 0,71 \text{ ч/м}$$

П.3.2.3. Длительность наращивания и монтажа трубопроводов в стволе (не совмещённое с уборкой породы время)

При жёсткой подвеске трубопроводов $T^{уд}_{тр.м} = 0,5$ ч/м

$$T_{тр.м} = 0,5.4,2 = 2,1 \text{ ч.}$$

П.3.2.4. Затраты времени на вспомогательные и ремонтные операции (не совмещённые с уборкой породы)

П.3.2.4.I. Общие затраты времени на вспомогательные и ремонтные операции, не совмещённые с уборкой породы, принимаются в размере I5 % от заданной длительности проходческого цикла

$$T_{всп.} = \frac{24.30.4,2.0,15}{120} = 3,7 \text{ ч.}$$

П.3.2.4.2. Удельные затраты времени на вспомогательные и ремонтные операции

$$T^{уд}_{всп} = \frac{3,7}{4,2} = 0,88 \text{ ч/м}$$

П.3.3. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДЪЁМНЫХ УСТАНОВОК И ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА БАДЕЙ

П.3.3.1. Возможная длительность уборки породы в течение проходческого цикла

$$T_{уб} = \frac{20 \cdot 30 \cdot 4,2}{120} - (6,5 + 3,9 + 2,1 + 3,7 + 0,5) = 8,5 \text{ ч.}$$

П.3.3.2. Необходимая производительность подъёма

$$q = \frac{0,83\,(6 + 2 \cdot 0,5) \cdot 4,2 \cdot 1,25}{8,5} = 25,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

П.3.3.3. Максимальная скорость подъёма бадьи принимается в соответствии с разделом 2.7

$$V_{под} = 7 \text{ м/с}$$

П.3.3.4. Необходимая суммарная вместимость бадей

$$\sum_{i=1}^{m} Q_{бi}^{тр} = \frac{(\frac{0,7 \cdot 2 \cdot 735 - 110}{7} + 2,9 \cdot 2,7 + 220) \cdot 2 \cdot 2}{(\frac{3600 \cdot 2 \cdot 0,94}{25,1 \cdot 2,0} - 55 \cdot 1,0) \cdot 2} = 9,8 \text{ м}^3$$

П.3.3.5. По величине необходимой суммарной вместимости бадей и условиям размещения в поперечном сечении ствола принимаются две бадьи типа БПСМ-4,5

П.3.4. РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ВЫБОР ТИПА ПОДЪЁМНОЙ МАШИНЫ

П.3.4.1. Выбор временных передвижных подъёмных установок

Возможно использование двух передвижных подъёмных установок МПП-17,5 до конечной глубины ствола.

П.3.4.2. Выбор временных стационарно устанавливаемых подъёмных установок

П.3.4.2.1. Выбор диаметра каната для $K_z = 14.10^5$ кН/м^2

$$p' = \frac{100.116}{\frac{100.14.10^5}{87.10^2.7,5} - (735+22)} = 8,35 \text{ кг/м};$$

В соответствии с ГОСТ 10506-76 принимается канат диаметром 38мм; для $K_z = 15.10^5$ кН/м^2

$$p' = \frac{100.116}{\frac{100.15.10^5}{87.10^2.7,5} - (735+22)} = 7,52 \text{ кг/м};$$

В соответствии с ГОСТ 10506-76 принимается канат диаметром 36мм; для $K_z = 16.10^5$ кН/м^2

$$p' = \frac{100.116}{\frac{100.16.10^5}{87.10^2.7,5} - (735+22)} = 6,84 \text{ кг/м}$$

В соответствии с ГОСТ 10506-76 принимается канат диаметром 36мм.

П.3.4.2.2. Проверка каната на запас прочности :

канат диаметром 38 мм с $K_z = 14.10^5$ кН/м^2

$$\frac{1345}{116} = 11,6 > 10,0$$

канат диаметром 36 мм с $K_z = 15 \cdot 10^5$ кН/м^2

$$\frac{1295}{116} = 11,2 > 10,0$$

канат диаметром 36 мм с $K_z = 16 \cdot 10^5$ кН/м^2

$$\frac{1380}{116} = 11,9 > 10,0$$

Все принятые канаты удовлетворяют условию обеспечения запаса прочности.

П.3.4.2.3. Принимается канат с меньшим диаметром и меньшим значением временного сопротивления разрыву проволок, т.е. канат диаметром 36 мм с $K_z = 15 \cdot 10^5$ кН/м^2.

П.3.4.2.4. Выбор прицепного устройства

Принимается прицепное устройство типа ЛПВ-II-36.

П.3.4.2.5. Фактическая концевая нагрузка

$$P_к^ф = 17,0 + 10 \cdot 1,4 \cdot 4,5 + 10 \cdot (4,5 - \frac{4,5}{2}) 10 \cdot 0,5 + 14,0 + 2,45 = 110,5 \text{ кН}.$$

П.3.4.2.6. Фактический запас прочности каната

$$m_{ф_1} = \frac{1295}{110,5 + 0,01 \cdot 7,52 \,(600 + 22)} = 8,2 > 7,5;$$

$$m_{ф_2} = \frac{1295}{110,5 + 0,01 \cdot 7,52 \,(735 + 22)} = 7,7 > 5$$

Принятый канат удовлетворяет условию обеспечения необходимого запаса прочности при фактической концевой нагрузке.

П.3.4.2.7. Необходимое наибольшее статическое натяжение каната

$$P_{ст}^{р} = 17,0 + 10 \cdot 1,4 \cdot 4,5 + 10 \cdot (4,5 - \frac{4,5}{2}) 10 \cdot 0,5 + 14,0 +$$

$$+ 2,45 + 0,01 \cdot 7,25 \,(735 + 22) = 167,4 \text{ кН}$$

П.3.4.2.8. В соответствии с необходимым наибольшим статическим натяжением каната принимается подъёмная машина Ц 3,5х2,4 ГОСТ 18114-72 :

диаметр барабана $D_б^т$ = 3,5 м;

ширина барабана $B_б^т$ = 2,4 м ;

статическое натяжение каната не более $P_{ст}^т$ = 200 кН ;

передаточное число редуктора $i_р$ = 10,5 и 11,5 ;

частота вращения вала двигателя не более $n_{дв}$ = 600 об/мин;

скорость подъёма не более 11,20 м/с ;

маховый момент машины $Ц_м$ = 3200 кН.м ;

маховый момент редуктора $Ц_р$ = 1850 кН.м.

П.3.4.2.9. Проверка выбранной подъёмной машины по диаметру барабана

$$0{,}06\, d_к = 0{,}06 \cdot 36 = 2{,}16 \text{ м}$$

Диаметр барабана выбранной подъёмной машины соответствует отношению наименьшего диаметра навивки к диаметру каната.

П.3.4.2.10. Проверка выбранной подъёмной машины по ширине барабана :

$$B_б^р = \frac{\left\{735 + 22 + 6.3{,}14\left[3{,}5+10^{-3}(3-1).36\right] + 20\right\}(10^{-3}.36 + 0{,}003)}{3{,}14\ \ 3{,}5 + 10^{-3}(3-1).36\ \ .3}$$

$$= 0{,}99 \text{ м}$$

Выбранная подъёмная машина удовлетворяет условию канатоёмкости барабана.

П.3.4.2.11. Фактическое число слоёв навивки каната на барабан

$$m_{сл}^ф = \frac{0{,}99}{2{,}4} \cdot 3 = 1{,}2$$

Принимаем $m^{*}_{сл}$ = 2, что соответствует допустимому количеству слоёв навивки для принятой подъёмной машины.

П.3.4.2.12. Выбор шкива

$$D_{шк} \geq 0,1 \times 36 \geq 3,6 \text{ м}$$

Принимается шкив ЗКП-4:

диаметр шкива 4,0 м;

маховый момент 101,4 кН/м^2;

масса 4600 кг.

П.3.4.3. Выбор постоянных подъёмных машин

П.3.4.3.1. Выбор типоразмера бадьи

По условию размещения в поперечном сечении ствола принимаются две бадьи типа БПСН-4,5.

П.3.4.3.2. Выбор каната и прицепного устройства и определение необходимого наибольшего статического натяжения каната.

Производится аналогично разделам П.3.3.2.1 – П.3.3.2.4, П.3.3.2.7.

Канат диаметр 36 мм $K_{р}$ = 15.10^5 кН/м^2

Прицепное устройство типа УЗ-II-36

Фактический запас прочности каната $m_{ф_1}$ = 8,7, $m_{ф_2}$ =7,7

Необходимое наибольшее статическое натяжение каната

$P^{г}_{ст}$ = 167,4 кН.

П.3.4.3.3. Проверка выбора бадьи

Для подъёмной установки ЦР 4х3/0,7 наибольшее статическое натяжение каната $P^{г}_{ст}$ = 200 кН

$$167,4 < 200$$

Допустимое наибольшее статическое натяжение каната постоянной подъёмной машины позволяет осуществлять уборку породы бадьёй БПСН-4,5.

П.3.4.3.4. Проверка канатоёмкости барабана подъёмной машины

$$\frac{(735+22+6\cdot 3{,}14\ \cdot\ 4+30)(10^{-3}\cdot 36+0{,}003)}{3{,}14\cdot 4\cdot 3}=0{,}89<2$$

Постоянная подъёмная машина удовлетворяет условию необходимой канатоёмкости барабана.

П.3.5. РАСЧЁТ МОЩНОСТИ И ВЫБОР ТИПА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

П.3.5.1. Производится для подъёмной машины типа Ц 3,5х2,4

П.3.5.2. Эффективная мощность привода с учётом допустимого нагрева

$$N_{эф}=\frac{[110{,}5+0{,}01\cdot 7{,}25\,(735+22)]\cdot 7}{10\cdot 2\cdot 0{,}93}\times$$

$$\times\sqrt{\frac{0{,}36\cdot 30+1{,}2\cdot 75+106+1{,}25\,\frac{735-55}{7}+35}{0{,}25(108+150)+0{,}1\cdot 85+0{,}35\cdot 0{,}75\cdot 4{,}5\cdot 55+2\,\frac{735-55}{7}+20}}=$$

$$=1355\ \text{кВт}.$$

П.3.5.3. Минимальная установленная мощность привода

$$N_{уст}=1{,}1\cdot 1355=1490\ \text{кВт}$$

П.3.5.4. Выбор количества двигателей

Так как $N_{уст}>1250$ кВт, то принимается двухдвигательный привод.

П.3.5.5. Принимается редуктор типа Ц02-16

Передаточное число $i_р=10{,}5$.

П.3.5.6. Необходимая синхронная скорость вращения вала двигателя

$$n_o' = \frac{60 \cdot 7 \cdot 10{,}5}{3{,}14 \cdot 3{,}5} = 401 \text{ об/мин}$$

Допускаемая скорость вращения вала двигателя 600 об/мин

П.3.5.7. Выбор двигателя

Принимаются два двигателя типа АКН-16-57-12 У4

Номинальная мощность $N_{ном} = 800$ кВт

Синхронная скорость вращения $n_o^к = 500$ об/мин

Номинальная скорость вращения $n_н = 490$ об/мин

номинальный ток ротора $J_р = 480$ А,

номинальное напряжение ротора $U_р = 990$ В,

перегрузочная способность $\frac{M_{max}}{M_{ном}} = 2{,}4$

маховый момент ротора $GD^2_р = 10{,}3$ кНм.

П.3.5.8. Приведенная масса движущихся частей подъёмной установки

$$M_{пр} = \frac{1}{3{,}5^2 \cdot 9{,}81}(3200 + 1850 + 101{,}4 + 2 \cdot 10{,}5^2 \cdot 10{,}3) +$$

$$+ (110{,}5 + 56{,}9)\frac{1}{9{,}81} = 78{,}9 \text{ т.}$$

П.3.5.9. Наибольшее статическое максимальное среднее усилие на ободе барабана подъёмной машины

$$F_{ср} = 110{,}5 + 0{,}01 \cdot 7{,}52\,(735 + 22) + 0{,}75 \cdot 78{,}9 = 226{,}6 \text{ кН}$$

П.3.5.10. Максимальное усилие на ободе барабана подъёмной машины

$$F_{max} = 1{,}3 \cdot 226{,}6 = 294{,}5 \text{ кН}$$

П.3.5.II. Номинальное усилие электродвигателя

$$F_{ном} = \frac{1{,}02 \cdot 800 \cdot 2}{7} = 233{,}1 \text{ кН}$$

П.3.5.I2. Проверка двигателя по перегрузочной способности

$$\frac{F_{max}}{F_{ном}} = \frac{294{,}5}{233{,}1} = 1{,}26 < 2{,}4$$

Принятый двигатель удовлетворяет условиям работы.

П.3.5.I3. Фактическая скорость подъёма

$$V_ф = \frac{3{,}14 \cdot 3{,}5 \cdot 490}{60 \cdot 10{,}5} = 6{,}5 \text{ м/с.}$$

П.3.6. РАСЧЁТ РОТОРНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

П.3.6.I. Производится для подъёмной машины типа Ц3,5х2,4.

П.3.6.2. Номинальный и максимальный момент электродвигателя :

$$M_{ном} = \frac{1{,}02 \cdot 800 \cdot 3{,}5 \cdot 0{,}93}{2 \cdot 8{,}5} = 156{,}2 \text{ кНм ;}$$

$$M_{max} = 2{,}4 \; M_{ном} = 374{,}9 \text{ кНм}$$

П.3.6.3. Статический момент сопротивления

$$M_{ст} = \left[110{,}5 + 0{,}01 \cdot 7{,}52 \; (735 + 22)\right] \frac{3{,}5}{2} = 293{,}0 \text{ кНм.}$$

П.3.6.4. Средний пусковой момент

$$M_{ср} = \frac{293{,}0 + 0{,}75 \cdot 78{,}9 \; \frac{3{,}5}{2}}{2 \cdot 0{,}93} = 213{,}2 \text{ кНм.}$$

П.3.6.5. Номинальное скольжение

$$S_n = \frac{500 - 490}{500} = 0{,}02$$

П.3.6.6. Предварительное значение коэффициента переключения

$$\lambda_{пр} = \sqrt[6+1]{\frac{1}{0{,}02}} = 1{,}74$$

П.3.6.7. Моменты переключения :

$$M_1 = \frac{2 \cdot 1{,}74}{1 + 1{,}74} \cdot 213{,}2 = 270{,}8 \text{ кНм} ;$$

$$M_2 = \frac{2}{1 + 1{,}74} \cdot 213{,}2 = 155{,}6 \text{ кНм}$$

П.3.6.8. Проверка двигателя по соотношению моментов: номинального, статического и переключения

$$\frac{M_{ст}}{m_{дв}} = 146{,}5 \text{ кНм} \qquad 0{,}9 \cdot M_{max} = 337{,}4 \text{ кНм}$$

Условия $M_{ном} > \frac{M_{ст}}{m_{дв}}$, $M_1 \leq 0{,}9\, M_{max}$ выполняются, а условие $M_2 \geq 1{,}1 \frac{M_{ст}}{m_{дв}}$ не выполняется, поэтому

$$M_2 = 1{,}1 \frac{293}{2} = 161{,}2 \text{ кНм}$$

П.3.6.9. Момент, развиваемый двигателем на предварительной ступени

$$\frac{M_{ном} \cdot m_{дв}}{M_{ст}} = \frac{156{,}2 \cdot 2}{293} = 1{,}07$$

$$1{,}0 < \frac{M_{нач}\, m_{дв}}{M_{ст}} < 1{,}15 \qquad M_{пр} = 0{,}6 \cdot 156{,}2 = 93{,}7 \text{ кНм}$$

П.3.6.10. Момент, развиваемый двигателем на маневровой ступени

$$M_{ман} = 1{,}1 \cdot 156{,}2 = 171{,}8 \text{ кН.м}$$

П.3.6.11. Критическое скольжение на естественной характеристике

$$S_{ек} = 0{,}02\,(2{,}4 + \sqrt{2{,}4^2 - 1}) = 0{,}092$$

П.3.6.12. Скольжение на естественной характеристике при верхнем и нижнем моментах переключения :

$$S_{e_1} = 0{,}092 \left[\frac{374{,}9}{270{,}8} - \sqrt{\left(\frac{374{,}9}{270{,}8}\right)^2 - 1}\right] = 0{,}039 \;;$$

$$S_{e_2} = 0{,}092 \left[\frac{374{,}9}{161{,}2} - \sqrt{\left(\frac{374{,}9}{161{,}2}\right)^2 - 1}\right] = 0{,}021$$

П.3.6.13. Корректировка величины коэффициента переключения

$$\lambda = \sqrt[7]{\frac{1}{0{,}021}} = 1{,}73$$

П.3.6.14. Корректировка величины моментов переключения

$$M_2 = \frac{270{,}8}{1{,}73} = 155{,}5 \text{ кН.м} < 161{,}2 \text{ кНм}$$

Так как величина $M_2 < 1{,}1 \dfrac{M_{ст}}{m_{дв}}$, то принимается $M_2 = 161{,}2$ кН.м и корректируется величина M_1 ;

$$M_1 = 161{,}2 = 278{,}9 \text{ кН.м} < 0{,}9 \cdot M_{max}$$

П.3.6.15. Внутренне активное сопротивление ротора (в относительных единицах)

$$\gamma_p = 0{,}02$$

П.3.6.16. Сопротивление цепи ротора различных ступеней :

$R_8 = 0{,}02.1{,}73 = 0{,}035$ $\quad R_7 = 0{,}02.1{,}73^2 = 0{,}060$

$R_7 = 0{,}02.1{,}73^3 = 0{,}104$ $\quad R_5 = 0{,}02.1{,}73^4 = 0{,}179$

$R_4 = 0{,}02.1{,}73^5 = 0{,}310$ $\quad R_3 = 0{,}02.1{,}73^6 = 0{,}536$

$$R_{маш} = \frac{156{,}2}{171{,}8} = 0{,}909 \qquad R_{пр} = \frac{156{,}2}{93{,}7} = 1{,}667$$

$$\frac{0{,}9}{\lambda} = 0{,}520 ; \qquad \frac{1{,}1}{\lambda} = 0{,}636$$

$$0{,}502 < 0{,}536 < 0{,}636$$

Коэффициент перекрывания выбран правильно и не требует корректировки.

П.3.6.17. Сопротивление ступеней:

$\gamma_8 = 0{,}035 - 0{,}02 = 0{,}015$ $\quad \gamma_7 = 0{,}060 - 0{,}035 = 0{,}025$

$\gamma_6 = 0{,}104 - 0{,}060 = 0{,}044$ $\quad \gamma_5 = 0{,}179 - 0{,}104 = 0{,}075$

$\gamma_4 = 0{,}310 - 0{,}179 = 0{,}131$ $\quad \gamma_3 = 0{,}536 - 0{,}310 = 0{,}226$

$\gamma_{маш} = 0{,}909 - 0{,}536 = 0{,}373$ $\quad \gamma_{пр} = 1{,}667 - 0{,}909 = 0{,}758$

П.3.6.18. Ток ступеней за время их работы (среднее значение действующего тока)

Для предварительной ступени $J_{пр} = 0{,}6.480 = 288$ А ;

для маневровой ступени $J_{маш} = 1{,}1.480 = 528$ А

для пусковой ступени $J_{уск} = 1{,}0.480 = 480$ А

П.3.6.19. Длительность цикла выдачи бадьи в начальный период проходки

$$t'_{ц} = \frac{2,55 - 110}{8,5} + \frac{4,3,5}{0,75} + 4,5,55.0,75.1,00+106+150=489 \text{ с}$$

П.3.6.20. Продолжительность включения ступеней роторных сопротивлений

$$ПВ_{пр} = \frac{30}{489} = 0,06 ; \qquad ПВ_{маш} = \frac{30 + 75}{489} = 0,21$$

Учитывая необходимость навивки каната на барабан, ремонтных работ в стволе, использования подъёмной установки при армировке ствола, следует принять

$$ПВ_{пр} = 0,25 ; \qquad ПВ_{маш} = 0,25 ;$$

$$ПВ_{пуск} = \frac{30 + 75 + + 106 + 20}{489} = 0,47$$

П.3.6.21. Эквивалентный ток ступеней с учётом режима их работы в течение цикла :

$$I_{экв.пр} = 283 \sqrt{0,25} = 144 \text{ А} ;$$

$$I_{экв.маш} = 528 \sqrt{0,25} = 264 \text{ А} ;$$

$$I_{пуск.маш} = 480 \sqrt{0,47} = 329 \text{ А} .$$

П.3.6.22. Формуляр расчёта роторных сопротивлений

Наименование ступени	Сопротивление цепи ротора	Сопротивление ступени		Среднее значение действующего тока	Продолжительность включения	Эквивалентный ток
	отн. ед.	отн.ед.	Ом	А		А
I	2	3	4	5	6	7
Ротор	0,02					
8	0,035	0,015	0,018	460	0,47	329
7	0,060	0,025	0,030	480	0,47	329
6	0,104	0,044	0,052	460	0,47	329

I	2	3	4	5	6	7
5	0,179	0,075	0,089	460	0,47	329
4	0,310	0,131	0,156	460	0,47	329
3	0,536	0,226	0,269	480	0,47	329
Маневровая	0,909	0,373	0,444	528	0,25	264
Предварительная	I,667	0,758	0,902	288	0,25	I44

П.3.6.23. По данным расчётного формуляра производится выбор стандартных ящиков сопротивлений и составляется схема их соединения для каждой фазы

П.3.7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОХОДКИ СТВОЛА

П.3.7.I. Производится для случая оснащения ствола двумя подъёмными машинами типа ЦЗ,5х2,4

П.3.7.2. Длительность цикла выдачи бадьи

$$T_{ц} = \frac{0,7.2.735 - 110}{8,5} + \frac{2.2.8,5}{0,75} + 1,0.4,5.55 +$$

$$+ 108 + 150 = 660 \text{ с}$$

П.3.7.3. Техническая производительность подъёмных установок

$$P_{тех} = \frac{3600.0,94}{1,6} \sum_{j=1}^{2} \frac{4,5}{660} = 25,26 \text{ м}^3/\text{ч}$$

П.3.7.4. Время уборки породы

$$T_{об} = \frac{(6 + 2.0,5)^2 . 4,2 . 1 . 1,25}{4335 . 0,94 \sum_{i=1}^{2} \frac{4,5}{660}} = 8,1 \text{ ч}$$

П.3.7.5. Длительность проходческого цикла

$$T_ц = 6,5 + 3,0 + 3,2 + 3,5 + 8,1 + 0,5 = 24,8 \text{ ,с}$$

П.3.7.6. Средние месячные темпы проходки ствола

$$V_{пр} = \frac{24 . 30 . 4,2}{24,8} = 122 \text{ м/мес}$$

П.3.7.7. Расчётное время проходки ствола

$$T = \frac{735}{122} = 6,02 \text{ мес}$$

П.3.7.8. Средние затраты труда в человеко-сменах на одну заходку

$$T_{чс} = \frac{24,8 . 28}{24} = 28,9 \text{ челсмен}$$

П.3.7.9. Средняя производительность труда одного проходчика за сменный выход

$$P_{пр} = \frac{0,785 . 6^2 . 4,2}{28,9} = 4,11 \text{ м}^3 \text{ ствола в свету/выход}$$

Содержание

Стр.

Введение 2

I. Общие положения 4

2. Режим работы и расчёт основных параметров комплекса проходческого подъёмного оборудования .....аб

Приложение I. Цикл проходческий. Методика расчёта длительности составляющих 9

Приложение 2. Комплекс подъёмного оборудования. Методика расчёта основных параметров 22

Приложение 3. Пример расчёта. Длительность составляющих проходческого цикла и основных параметров комплекса подъёмного оборудования 60

№71 тир.

ЦПШ Зак. N.134.....

тир. 30 экз