Государственный комитет по топливной промышленности при Госплане СССР

Государственный Макеевский научно-исследовательский
институт по безопасности работ в горной промышленности
МакНИИ

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ВЫСОТЫ ПЕРЕПОДЪЕМА ДЛЯ МНОГОКАНАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

МАКЕЕВКА — ДОНБАСС
1965

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ГОСПЛАНЕ СССР

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МакНИИ

Научно-исследовательский отдел
рудничного транспорта и подъема

М Е Т О Д И К А

расчета высоты переподъема для многоканатных подъемных установок

ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА,
доктор техн.наук, профессор И.БОБРОВ

НАЧ.НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ОТДЕЛА РУДНИЧНОГО ТРАНСПОРТА
И ПОДЪЕМА,
канд.техн.наук К.ЛЕСИН

Макеевка - Донбасс
1965

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методика расчета высоты переподъема для многоканатных подъемных установок составлена на основании результатов, полученных при выполнении научно-исследовательской работы "Разработка рекомендаций по обеспечению безопасности работ многоканатных подъемных установок для глубоких шахт", выполненной в соответствии с тематическим планом МакНИИ на 1964 г.

Названная работа содержит краткое описание применяемых в заграничной практике технических средств для торможения сосудов при переподъеме, исследования процесса торможения сосуда при различных типах амортизаторов: амортизаторов с постоянной силой сопротивления; амортизаторов, обеспечивающих ступенчатые режимы торможения сосуда, и амортизаторов, обеспечивающих постоянное, предельно допустимое замедление сосуда, а также рекомендации по расчету высоты переподъема для многоканатных подъемных установок.

В работе содержатся также результаты стендовых испытаний амортизаторов клинового типа, применяемых в шведской практике для торможения сосудов многоканатных подъемных установок при переподъеме.

Методика расчета высоты переподъема для многоканатных подъемных установок составлена с учетом замечаний, присланных в адрес МакНИИ проектно-конструкторскими организациями после рассмотрения проекта методики.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в горнодобывающую промышленность нашей страны внедряется многоканатная система подъема, для которой основные нормы проектирования и эксплуатации были разработаны Макеевским научно-исследовательским институтом по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ) еще в 1956-1957 гг.

Многоканатная система подъема более безопасная, чем одноканатная. Ведущий шкив трения многоканатной подъемной машины представляет собой своего рода фрикционную защиту против чрезмерного возрастания усилий в подъемных канатах, которые могут возникать при ударе о различного рода препятствия движущегося вверх сосуда, и исключает возможность напуска и последующего обрыва канатов в случае застревания в стволе опускающегося подъемного сосуда.

Наличие нескольких канатов на шкиве большой ширины исключает возможность обрыва канатов вследствие схода их со шкива и удара об ось. Все это указывает на высокую степень безопасности многоканатной системы подъема и на отсутствие необходимости в оборудовании многоканатных подъемных установок специальными предохранительными устройствами, предназначенными для улавливания клетей в случае обрыва подъемных канатов, так как обрыв канатов на многоканатных подъемных установках немыслим.

Но сама по себе многоканатная система подъема не исключает опасности удара подъемных сосудов о междуэтажное перекрытие копра.

Оборудование многоканатных подъемных установок ограничителями скорости также не устраняет полностью этой опасности, так как удары могут быть вызваны как в результате отказа в работе ограничителей скорости, так и другими причинами, не зависящими от состояния ограничителей скорости.

Для того чтобы ликвидировать эту опасность, каждую многоканатную подъемную установку необходимо оборудовать специальными амортизирующими устройствами, позволяющими осуществить

плавное торможение подъемных сосудов в случае подхода их к приемным площадкам со скоростью, превышающей значение, допускаемое ограничителем скорости.

Учитывая вышеизложенное, Правилами безопасности рекомендуется высоту переподъема для многоканатных подъемных установок представлять состоящей из высоты свободного переподъема и высоты, необходимой для размещения амортизирующих устройств (рис.I). В свою очередь последняя Правилами безопасности представляется состоящей из рабочего хода амортизатора ("h_{px}") и дополнительного (резервного) хода ("h_{qx}").

Правилами безопасности установлены также минимальные допустимые значения высоты переподъема. Однако никаких рекомендаций, связанных с расчетом высоты переподъема для многоканатных подъемных установок, Правила безопасности, естественно, не содержат.

Ниже приводятся рекомендации по расчету высоты переподъема для многоканатных подъемных установок, разработанные на основе теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в МакНИИ в 1964 г.

Использование этих рекомендаций проектными организациями будет способствовать повышению безопасности работ многоканатных подъемных установок.

В объем теоретических исследований входило исследование процесса торможения и определение величины пути торможения порожнего и груженого сосудов в амортизирующих устройствах, располагаемых в копре,и в амортизирующих устройствах, располагаемых в зумпфе шахты при следующих двух, возможных в практике, случаях переподъема:

а) при переподъеме, вызванном скольжением подъемных канатов по футеровке ведущего шкива подъемной машины (при остановленном шкиве);

б) при переподъеме, вызванном отказом в работе ограничителя скорости (при вращающемся шкиве).

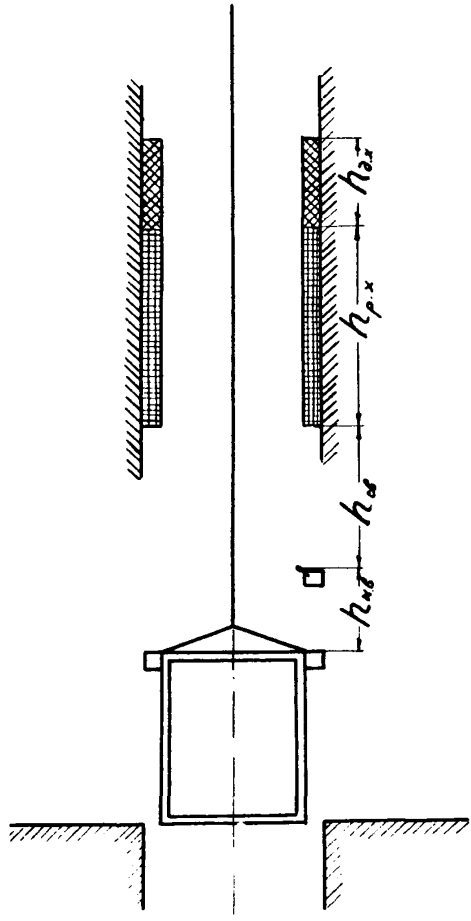

Рис.I. Схематическое представление высоты переподъема для многоканатных подъемных установок

С целью установления возможности выполнения расчетов высоты переподъема по упрощенным формулам для обоих случаев переподъема определение пути торможения сосудов в амортизирующем устройстве, располагаемом в копре, проводилось как с учетом веса подъемных канатов и сил трения, возникающих между канатами и футеровкой шкива подъемной машины, так и без учета этих факторов.

При сравнении полученных результатов установлено:

а) путь торможения сосуда в амортизирующем устройстве, располагаемом в копре при первом случае переподъема, определенный без учета веса подъемных канатов и сил трения канатов о футеровку шкива, всего лишь на 20-30% меньше пути торможения, определенного с учетом этих факторов;

б) путь торможения сосуда в амортизирующем устройстве, определенный с учетом веса канатов и сил трения канатов о футеровку шкива, для второго случая переподъема значительно (в 2-3 раза) больше пути торможения, определенного без учета этих факторов, и при безопасных для организма человека режимах торможения и скорости движения сосуда 10-12 м/сек составляет порядка 16-18 м. Совершенно очевидно, что наличие такой высоты переподъема на многоканатных подъемных установках связано с неоправданно большими капитальными затратами.

Поэтому более целесообразным следует считать следующий порядок проектирования многоканатных подъемных установок:

а) определение пути торможения сосудов в амортизирующих устройствах независимо от места расположения их (в копре либо в зумпфе шахты) следует вести без учета веса подъемных канатов и сил трения, развивающихся между канатами и футеровкой шкива подъемной машины;

б) для того чтобы уменьшить вероятность переподъема сосудов из-за отказа в работе ограничителя скорости, необходимо предусматривать на каждой многоканатной подъемной установке вместо одного два ограничителя скорости;

в) принимая во внимание потенциальную возможность некоторого увеличения пути торможения сосудов в амортизирующих устройствах, располагаемых в копре в результате влияния на сосуд веса подъемных канатов и сил трения, возникающих между канатами и футеровкой шкива подъемной машины в копре, на каждой подъемной установке необходимо предусматривать некоторый резерв высоты (резервный участок), помимо высоты, определенной исходя из величин рабочего хода амортизирующего устройства.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АМОРТИЗИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВАМ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫМ ДЛЯ ТОРМОЖЕНИЯ СОСУДОВ ПРИ ПЕРЕПОДЪЕМЕ

С целью обеспечения безопасности как при переподъеме сосудов, так и во время нормальной работы подъемной установки амортизирующие устройства должны удовлетворять следующим основным требованиям:

I. Амортизирующие устройства должны обеспечить безопасные условия для людей и не допустить повреждения установки при переподъеме сосудов со скоростью, равной максимальному значению рабочей скорости подъема.

2. Параметры их должны быть такими, которые обеспечили бы полное превращение энергии, накопленной движущимися сосудами, в работу сил сопротивления движению на участке пути возможно меньшей длины.

3. Расположение амортизирующих устройств в копре и в зумпфе шахты должно позволять свободное перемещение сосудов за пределы приемных площадок на высоту, достаточную для торможения подъемной установки с помощью предохранительного тормоза при подходе сосудов к приемным площадкам со скоростью, не превышающей значений, допускаемых ограничителем скорости.

4. Расположение амортизирующих устройств и режимы торможения сосудов в них должны быть такими, при которых обеспечивалось бы снятие с вала подъемной машины нагрузки, обусловленной весом

опускающегося сосуда в течение всего периода торможения сосудов в амортизирующих устройствах.

Совершенно очевидно, что это последнее требование может быть выполнено при соблюдении следующих условий:

а) при установке на каждом подъеме двух амортизирующих устройств, одно из которых должно располагаться ниже уровня околоствольного двора - в зумпфе шахты (нижнее амортизирующее устройство), а другое - над верхней приемной площадкой (верхнее амортизирующее устройство). Места установки каждого из них при этом должны выбираться таким образом, чтобы обеспечивалось последовательное включение в работу сначала нижнего, а затем верхнего амортизирующих устройств;

б) режим торможения сосудов в амортизирующих устройствах должен выбираться таким образом, чтобы при всех возможных случаях переподъема путь торможения сосуда в верхнем амортизирующем устройстве оставался бы равным, либо несколько больше пути торможения сосуда в амортизирующем устройстве, устанавливаемом в зумпфе шахты.

5. Замедления сосудов в амортизирующих устройствах не должны превышать безопасных для человеческого организма пределов.

При торможении сосудов, движущихся вниз, безопасным для организма человека считается замедление до 50 м/сек^2 (5 g).Для того чтобы избежать травмирования людей из-за отрыва их от пола при торможении клетей, движущихся вверх, величина замедления должна быть не более 20 м/сек^2. Превышение этих величин замедления при торможении клетей с людьми может быть допущено лишь на резервных участках амортизаторов при скоростях движения клетей не более 2 м/сек.

6. Величину замедлений сосудов грузовых подъемов,а также замедления противовесов как грузовых, так и грузолюдских подъемных установок следует выбирать из условий прочности их. При этом наибольшее значение замедлений при движении сосудов и противовесов вниз, так же как и сосудов грузолюдских подъемов,не должно превосходить 50 м/сек^2 (5 g).

Величина замедлений сосудов грузовых подъемов и противовесов при движении вверх должна определяться из условия (3) и в отличие от сосудов грузолюдских подъемов может превосходить значение 20 м/сек^2.

ТИПЫ АМОРТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ РЕКОМЕНДОВАНЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА МНОГОКАНАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВКАХ

Для торможения сосудов многоканатных подъемных установок при переподъеме могут быть рекомендованы следующие типы амортизаторов:

I. Амортизаторы с постоянной силой сопротивления. Амортизаторы этого типа могут применяться как на грузовых, так и на грузолюдских подъемах.

2. Амортизаторы, обеспечивающие ступенчатые режимы торможения (двухступенчатые, трехступенчатые).

Амортизаторы, обеспечивающие ступенчатые режимы торможения, должны выполняться таким образом, чтобы обеспечивали на разных участках торможения сосуда разную по величине силу сопротивления. Например, на участке, где происходит торможение порожнего сосуда (либо сосуда с людьми на клетевых подъемах), создавалась бы сила сопротивления одной величины, а на участке, пределов которого достигают лишь груженые сосуды, другой величины.

Совершенно очевидно, что путь торможения сосуда при этом будет иметь наименьшее значение лишь в том случае, если на обоих участках будет осуществляться торможение сосудов с замедлением предельно допустимой величины.

Амортизаторы, обеспечивающие трехступенчатые режимы торможения, могут быть рекомендованы для применения на подъемных установках, где вес сосуда может принимать три фиксированных значения (например, на скиповых подъемных установках, предназначенных для выдачи из шахты угля и породы. В этом случае на участке, где происходит торможение порожнего скипа, должна создаваться сила сопро-

тивления движению одной величины, на участке, где происходит торможение скипа с углем, - другой величины, а на участке, пределов которого может достигать скип, груженный породой, должна создаваться сила сопротивления движению, имеющая третье значение.

3. Амортизаторы, обеспечивающие постоянное предельно допустимое замедление.

Величина силы сопротивления, развиваемой амортизаторами такого типа, зависит от положения сосуда в амортизирующем устройстве, а замедление сосуда при любом загружении его не превосходит определенной, наперед заданной величины.

РАСПОЛОЖЕНИЕ АМОРТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В КОПРЕ И В ЗУМПФЕ ШАХТЫ

I. Высота свободного перемещения сосуда ниже уровня нижней приемной площадки

Высоту, необходимую для свободного перемещения подъемного сосуда ниже уровня приемной площадки (рис.2), необходимо определять исходя из величины пути торможения системы, движущейся со скоростью, допускаемой ограничителем скорости при предохранительном торможении подъемной машины в режиме спуска расчетного для данного подъема груза по формуле:

$$h_{св.з} = h_{кв} + V_0' t_{ср} + \frac{V_0'^2}{2j} \qquad (I)$$

где $h_{св.з}$ - расстояние по вертикали от уровня нижней приемной площадки до амортизирующих устройств, располагаемых в зумпфе шахты;

$h_{к.в}$ - высота установки концевых выключателей, предназначенных для отключения двигателя подъемной машины от сети в случае переподъема сосудов.

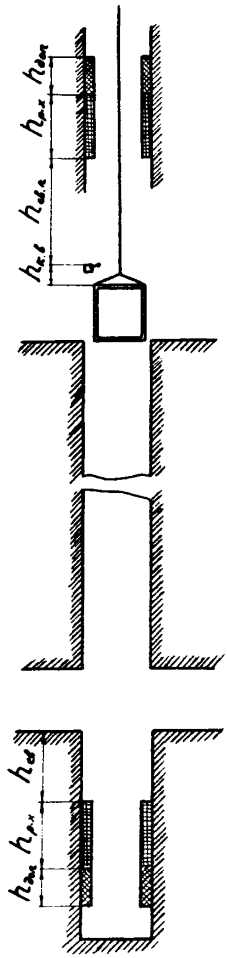

Рис.2. Расположение амортизирующих устройств в копре и в зумпфе шахты

Согласно § 463 Правил безопасности

$h_{к.в.}$ = 0,5 м;

V_0' – скорость подхода сосудов к приемным площадкам при нормальной работе ограничителя скорости. В соответствии с § 463 Правил безопасности следует принимать V_0' = I,5 м/сек ;

j – замедление подъемной установки при предохранительном торможении подъемной машины в режиме спуска расчетного груза. Согласно § 472 Правил безопасности j = I,5 м/сек^2. Так как спуск груза является нормальной технологической операцией лишь для клетевых подъемных установок, то при определении высоты свободного перемещения сосудов ниже уровня нижней приемной площадки для скиповых подъемов можно принимать j = 0,9 ÷ I м/сек^2;

$t_{ср}$ – время срабатывания тормоза – время от момента подачи импульса на включение тормоза в работу (например, от момента разрыва цепи защиты двигателя подъемной машины в результате срабатывания концевого выключателя) до начала замедления системы (когда величина тормозного момента достигает значения статического момента $M_T = M_{СТ}$). При выполнении расчетов следует принимать:

$t_{ср}$ = 0,8 сек – для тормозов с гидравлическими приводами;
$t_{ср}$ = 0,9÷I,0 сек – для тормозов с пневматическими приводами;
$t_{ср}$ = 0,5 сек – для тормозов с пружинными приводами.

Такое расположение амортизирующих устройств в зумпфе шахты следует считать наиболее целесообразным исходя из тех соображений, что рекомендуемые в настоящее время для этих целей амортизаторы (канатно-винтовые амортизаторы и амортизаторы резания) требуют дополнительной настройки либо замены отдельных элементов после каждого срабатывания. В связи с этим при уменьшении высоты, необходимой для свободного перемещения сосудов ниже уровня нижней

приемной площадки в сравнении со значениями, определенными по приведенной выше формуле, амортизирующие устройства будут вступать в работу не только при переподъеме сосудов на больших скоростях, но и в том случае, когда скорость подхода сосудов к приемным площадкам не будет превосходить значений, допускаемых ограничителями скорости. Как известно, в практике переподъем сосудов на больших скоростях сравнительно частое явление. В связи с необходимостью проведения частых настроек амортизирующих устройств возникает опасение, что в практике эти устройства в нужный момент могут оказаться в нерабочем состоянии.

Уменьшение высоты свободного перемещения сосудов ниже уровня нижней площадки в сравнении со значениями,полученными по приведенной выше формуле, может быть допущено лишь в порядке исключения, когда это диктуется особыми условиями (например, при реконструкции подъемной установки действующей шахты и др.).

2. Высота установки амортизирующих устройств в копре

Высоту, необходимую для свободного перемещения сосудов выше уровня верхней приемной площадки (рис.2), необходимо определять с учетом упругой вытяжки подъемных канатов от веса порожнего сосуда по формуле:

$$h_{св.к} = h_{св.з} + \varepsilon h_{упр} \qquad (2)$$

где, кроме ранее оговоренных величин:

$h_{св.к}$ - расстояние по вертикали от крыши подъемного сосуда в момент нахождения его на уровне верхней приемной площадки до нижней кромки амортизирующего устройства;

$h_{упр}$ - упругое удлинение подъемных канатов, вызываемое весом порожнего сосуда;

$$h_{упр} = \frac{Q_0 l}{E F}; \qquad (3)$$

Q - вес порожнего сосуда, кг ;

l - длина вертикальных участков подъемных канатов - расстояние по вертикали от точки схода каната со шкива машины до подъемного сосуда, в момент входа его в нижнее амортизирующее устройство, см ;

F - суммарная площадь поперечного сечения металла всех подъемных канатов, $см^2$;

E - модуль упругости стальных канатов, $кг/см^2$. При выполнении расчетов следует принимать:

$E = I{,}2 \cdot I0^6$ $кг/см^2$ - для круглопрядных канатов с органическим сердечником;

$E = I{,}5 \cdot I0^6$ $кг/см^2$ - для трехграннопрядных канатов с органическим сердечником и круглопрядных канатов с металлическим сердечником;

$E = I{,}7 \cdot I0^6$ $кг/см^2$ - для канатов закрытого типа;

ε - коэффициент, учитывающий необходимость увеличения уровня установки амортизирующих устройств в копре из-за посадки опускающихся сосудов на амортизаторы, а не на жесткое основание:

$\varepsilon = I{,}5$ - для шахт глубиной до I000 м;

$\varepsilon = I{,}75$ - для шахт, глубина которых превышает I000 м.

Для тех подъемных установок, с помощью которых предусматривается спуск в шахту длинномерных материалов, высота для свободного переподъема сосудов в копре должна определяться высотой, необходимой для выполнения этой технологической операции.

Согласно требованиям § I47 Правил безопасности высота свободного переподъема на многоканатных подъемных установках должна быть не менее 3 м. Следовательно, в тех случаях когда значение высоты свободного переподъема, определенное из (2)

окажется меньше 3 м, расчетное значение " $h_{св.к}$" следует принимать равным 3 м.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ АМОРТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

I. Определение рабочего хода амортизирующих устройств

Рабочий ход амортизирующих устройств следует определять исходя из веса груженого сосуда и принятых режимов торможения.

Для определения величины рабочего хода амортизирующих устройств могут быть рекомендованы следующие формулы:

Для нижних амортизирующих устройств

а) при амортизаторах, обеспечивающих постоянный режим торможения

$$S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2g\left(\frac{n+1}{\lambda} - 1\right)} \qquad (4);$$

б) при амортизаторах с двухступенчатыми режимами торможения

$$S_{нрх} \quad \frac{V_0^2}{2gn}\left[1 + \frac{(\lambda-1)(n+1)}{\lambda n}\right] \qquad (5)$$

в) при амортизаторах, обеспечивающих трехступенчатые режимы торможения

$$S_{нрх} = S_{н0} + S_{н1} + S_{н2} \qquad (6),$$

где

$S_{н0} = \frac{V_0^2}{2gn}$ - путь торможения порожнего сосуда в нижнем амортизирующем устройстве (длина основной ступени торможения);

$S_{H_1} = \frac{(n+1)(\lambda_1 - 1)}{\lambda_1 n} S_0$ - путь, проходимый сосудом весом Q_1 в нижнем амортизирующем устройстве за пределами основной ступени торможения (длина первой дополнительной ступени амортизатора);

$S_{H_2} = \frac{(n+1)(\lambda_1 - 1) S_0 + [\lambda + \lambda_1 (n+1)] S_1}{\lambda n}$ - путь, проходимый сосудом весом Q_2 в нижнем амортизирующем устройстве за пределами основной и первой дополнительной ступени амортизатора (длина второй дополнительной ступени);

$\lambda = \frac{Q_2}{Q_0}$ - коэффициент загрузки сосуда (максимальное значение);

$\lambda_1 = \frac{Q_1}{Q_0}$ - коэффициент загрузки сосуда (промежуточное значение);

V_0 - скорость входа сосуда в амортизирующее устройство;

г) при амортизаторах, обеспечивающих постоянное предельное замедление подъемного сосуда

$$S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2gn} \left[(n+1)\left(\sqrt[n]{\lambda} - 1 \right) + 1 \right] \qquad (7)$$

Для верхних амортизирующих устройств

Рабочий ход амортизаторов верхних амортизирующих устройств может быть определен по следующим формулам:

а) при амортизаторах с постоянным режимом торможения

$$S_{врх} = \frac{V_0^2}{2g\left(\frac{K-1}{\lambda} + 1 \right)} \qquad (8)$$

б) при амортизаторах, обеспечивающих двухступенчатый режим торможения

$$S_{брх} = \frac{V_0^2}{2gк}\left[1 + \frac{(\lambda-1)(K-1)}{\lambda_к}\right] \quad (9)$$

в) при амортизаторах, обеспечивающих трухступенчатый режим торможения

$$S_{брх} = S_{б0} + S_{б1} + S_{б2} \quad (10),$$

где

$S_{б0} = \frac{V_0^2}{2gк}$ - путь торможения порожнего сосуда в верхнем амортизирующем устройстве (длина основной ступени торможения в верхнем амортизирующем устройстве);

$S_{б1} = \frac{(K-1)(\lambda_1-1)}{\lambda K} S_0$ - путь, проходимый сосудом весом в верхнем амортизирующем устройстве за пределами основной ступени торможения (длина первой дополнительной ступени верхнего амортизирующего устройства);

$S_2 = \frac{(K-1)(\lambda_1-1)S_0 + [\lambda - \lambda_1(K-1)]S_1}{\lambda K}$ путь, проходимый сосудом весом в верхнем амортизирующем устройстве за пределами основной и первой дополнительной ступени амортизатора (длина второй дополнительной ступени);

г) при амортизаторах, обеспечивающих постоянное предельное замедление подъемного сосуда

$$S_{брх} = \frac{V_0^2}{2gк}\left[(K-1)\left(1 - \frac{1}{\sqrt[K]{\lambda}}\right)+1\right] \quad (11)$$

П. РАСЧЕТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ АМОРТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

I. Для амортизирующих устройств, располагаемых в зумпфе шахты

а) в случае амортизаторов, обеспечивающих постоянное значение силы сопротивления.

Величину силы сопротивления, развиваемую нижним амортизатором, следует определять исходя из веса порожнего сосуда и допускаемого условиями безопасности для человеческого организма показателя режима торможения для нижнего амортизатора по формуле:

$$R_н = Q_0 (n+1) \qquad (I2)$$

где, кроме ранее оговоренных величин:

$R_н$ - расчетное значение силы сопротивления, развиваемой нижним амортизирующим устройством;

n - показатель режима торможения порожнего сосуда в нижнем амортизирующем устройстве,

$$n = \frac{j_н}{g} ;$$

$j_н$ - предельно допустимая из условий безопасности величина замедления порожнего сосуда в нижнем амортизирующем устройстве.

Как указывалось ранее, $j_n \leq 50$ м/сек. Следовательно, для грузолюдских и людских подъемных установок следует принимать $n \leq 5$.

б) для амортизаторов, обеспечивающих двухступенчатые режимы торможения.

Для определения величины силы сопротивления на обоих участках могут быть использованы следующие формулы:

$$R_0 = Q_0 (n+1) \qquad (I3)$$

$$R = Q_{гр} (n+1) \qquad (I4)$$

где R_0 - сила сопротивления, развиваемая амортизирующим устройством на участке торможения порожнего сосуда;

R - сила сопротивления амортизирующего устройства на соседнем участке, пределов которого может достигать лишь груженый сосуд.

в) для амортизаторов, обеспечивающих трехступенчатый режим торможения.

Величина силы сопротивления, развиваемая амортизатором на каждом участке, может быть определена из формул:

На участке торможения порожнего сосуда

$$R_0 = Q_0(n+1) \qquad (I5)$$

На участке торможения сосуда весом Q_1 (например скипа, груженного углем):

$$R_1 = Q_1 (n+1) \qquad (I6)$$

На участке торможения сосуда весом Q_2 (например скипа, груженного породой при условии, что $Q_2 > Q_1$):

$$R_2 = Q_2 (n+1) \qquad (I7),$$

г) для амортизаторов, обеспечивающих постоянное предельно допустимое замедление сосуда.

Величина силы сопротивления, развиваемой амортизаторами такого типа, при расположении их в зумпфе шахты может быть определена по следующей формуле:

$$R = R_0 \left[1 + \frac{S}{(n+1)S_0}\right]^n \qquad (18),$$

где, помимо ранее упоминаемых величин:

R_0 - сила сопротивления, развиваемая амортизирующим устройством при торможении порожнего сосуда, может быть определена из (5);

S_0 - путь торможения порожнего сосуда в амортизирующем устройстве

$$S_0 = \frac{V_0^2}{2gn} \qquad (19)$$

V_0 - скорость подхода сосудов к амортизирующему устройству.

При выполнении расчетов следует принимать V_0 равным величине рабочей скорости проектируемого подъема:

g = 9,81 м/сек^2 - ускорение силы тяжести.

S - длина дополнительной ступени амортизатора (текущая координата). Величина "S" может быть определена из (11).

2. Для амортизирующих устройств, располагаемых в копре

а) в случае применения амортизаторов, обеспечивающих постоянную силу сопротивления движению сосуда.

Силу сопротивления, развиваемую амортизаторами верхних амортизирующих устройств, так же как и для нижних, необходимо определять исходя из веса порожнего сосуда и принятого режима торможения порожнего сосуда в верхнем амортизирующем устройстве.

Для определения величины силы сопротивления верхнего амортизирующего устройства может быть рекомендована следующая формула:

$$R_б = Q_0(K-1) \qquad (20),$$

где, помимо ранее упоминаемых величин:

K – показатель режима торможения порожнего сосуда в верхнем амортизирующем устройстве ;

$$K = \frac{j_б}{g}$$

$j_б$ – предельно допустимая с точки зрения безопасности величина замедления сосуда в амортизирующих устройствах, располагаемых в копре.

Как указывалось ранее, $j_б \leq 20$ м/сек^2. Следовательно, наибольшее значение показателя режима торможения порожнего сосуда в верхнем амортизирующем устройстве будет $K = 2$.

При выполнении расчетов значение "К" для грузолюдских подъемов в каждом конкретном случае следует определять из условия

$$K = \frac{n+1}{\lambda} - 1 \leq 2 \qquad (21),$$

где

$\lambda = \frac{Q_{гр}}{Q_0}$ - коэффициент загрузки сосуда;

$Q_{гр}$ - вес груженого сосуда (наибольшее значение).

Если после подстановки значений величин, входящих в данную формулу, окажется $K > 2$, что может иметь место при подъемных сосудах, у которых $\lambda < 3$, то в расчетах для грузолюдских подъемных установок следует принимать $K = 2$.

В случае, если $\lambda > 3$, значение "К" может оказаться меньше единицы. Это означает, что на таких подъемных установках торможение сосудов при переподъеме может осуществляться за счет свободного выбега их за пределы верхних приемных площадок.

Амортизирующие устройства в пределах высоты,на которой может осуществляться торможение сосудов за счет свободного выбега, могут отсутствовать.

При расчете чистогрузовых подъемов значение показателя режима торможения для нижнего амортизирующего устройства следует принимать таким же, как и для грузолюдских подъемов ($K = 5$).

Значение "К" также может быть определено из (I8). Однако, в отличие от грузолюдских подъемных установок, значение "К" для чистогрузовых подъемов может приниматься более 2;

б) для амортизаторов, обеспечивающих двухступенчатые режимы торможения.

Расчетные значения силы сопротивления, развиваемой амортизаторами на обоих участках для верхних амортизирующих устройств, могут быть определены из формул:

$$R_0 = Q_0(K-1)$$
$$R_1 = Q_{гр}(K-1) \qquad (22),$$

где, как и для нижних амортизирующих устройств:

R_0 и R_1 – значение силы сопротивления, развиваемой амортизаторами верхних амортизирующих устройств, соответственно на участках торможения порожнего сосуда и на участках, пределов которых достигают лишь груженые сосуды.

в) для амортизаторов, обеспечивающих трехступенчатый режим торможения.

Значения силы сопротивления, развиваемой амортизаторами на разных участках, определяются из формул:

$$R_0 = Q_0 (K-1)$$
$$R_1 = Q_1 (K-1)$$
$$R_2 = Q_2 (K-1) \qquad (23)$$

г) для амортизаторов, обеспечивающих постоянное предельно допустимое замедление сосуда.

Величина силы сопротивления, развиваемой амортизаторами такого типа, определяется по следующей формуле:

$$R = \frac{R_0}{\left[1 - \frac{S}{(K-1)S_0}\right]^K} \text{ при } S < (K-1)S_0$$

и (24)

$$R = \frac{R_0}{\left[\frac{S}{(K-1)S_0} - 1\right]^K} \text{ при } S > (K-1)S_0$$

Здесь

$$R_0 = Q_0 (K-1)$$

Ш. ВЕЛИЧИНА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО (РЕЗЕРВНОГО) ХОДА АМОРТИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Учитывая пределы возможных колебаний сил сопротивления амортизаторов, которые в настоящее время могут быть рекомендованы для применения в промышленности (канатно-винтовые амортизаторы, амортизаторы резания), а также принимая во внимание потенциальную возможность некоторого увеличения пути торможения сосудов в верхних амортизирующих устройствах из-за влияния на сосуд веса подъемных канатов и силы трения, развивающейся между канатами и футеровкой шкива подъемной машины, величину дополнительного (резервного) хода как для верхнего, так и для нижнего амортизирующих устройств следует принимать равной половине величины рабочего хода амортизирующего устройства, независимо от типа применяемых амортизаторов. Наличие амортизаторов в пределах дополнительного (резервного) хода обязательно и в том случае, когда необходимость в применении их в пределах высоты торможения сосудов за пределами приемных площадок отсутствует, т.е. когда торможение сосудов осуществляется за счет свободного выбега их. В этом случае величину дополнительного хода следует принимать равной половине пути торможения сосуда при торможении его за счет свободного выбега. В этом случае величину дополнительного хода следует выбирать равной половине пути свободного выбега.

Учитывая небольшую скорость подхода сосудов к резервному участку торможения, показатель режима торможения сосудов на дополнительных участках торможения может быть принят более высоким в сравнении с режимами, рекомендуемыми для основных участков ($K > 2$ - для верхних амортизирующих устройств; $n > 5$ - для нижних амортизирующих устройств). Значения режима торможения сосудов на резервных участках в верхних А.У. следует определять из условия поглощения энергии сосудов с учетом воздействия на них веса подъемных канатов.

IУ. ВЫСОТА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Высота, необходимая для размещения предохранительных устройств как в зумпфе, так и в копре шахты, определяется как полуторакратная величина рабочего хода амортизатора, принятого типа.

ПОЛНАЯ ВЫСОТА ПЕРЕПОДЪЕМА

I. Глубина зумпфа, необходимая для обеспечения плавного торможения сосудов при переподъеме на многоканатных подъемных установках, определяется как сумма двух высот: высоты, необходимой для свободного перемещения сосудов ниже уровня нижней приемной площадки, и высоты, необходимой для размещения предохранительных устройств.

2. Полная высота переподъема на многоканатных подъемных установках определяется как сумма высоты,необходимой для свободного перемещения сосудов выше уровня верхней приемной площадки, высоты, равной упругой вытяжке подъемных канатов от веса порожнего сосуда,и высоты, необходимой для размещения предохранительных устройств в копре шахты.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА
ВЫСОТЫ ПЕРЕПОДЪЕМА ДЛЯ МНОГОКАНАТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

А. Скип, емкостью 9,5 м³	Б. Скип, емкостью 55 м³
$Q_0 = 11,5\ т$; $\lambda = 1,7$; $\lambda_1 = 1,35$; $K = 2$; $V_0' = 1,5\ м/сек$	$Q_0 = 33\ т$; $\lambda = 2,65$; $\lambda_1 = 1,75$
$V_0 = 10\ м/сек$; $H = 1000\ м$; $n = 5$, канаты ГОСТ 7685-55	$V_0' = 1,5\ м/сек$; $V_0 = 10\ м/сек$; $H = 1500\ м$
$4 \times 39\ мм$; $F = 24\ см^2$; $E = 1,5 \cdot 10^6\ кг/см^2$	$n = 5$; $K = 2$; канаты ГОСТ 7685-55
$q = 5,5\ кг/м$	$4 \times 65\ мм$; $F = 66\ см^2$; $q = 15,46\ кг/м$
	$E = 1,5 \cdot 10^6\ кг/см^2$

I. Высота свободного переподъема

1. $h_{св.з} = h_{к.б} + V_0' \cdot t_{ср} + \frac{V_0^2}{2g} = 0,5 + 1,5 \cdot 0,5 + \frac{1,5^2}{2 \cdot 1,5} = 2,0\ м$	1. $h_{св.з} = 0,5 + 1,5 \cdot 1 + \frac{1,5^2}{2 \cdot 1,5} = 2,75\ м$
2. $h_{св.к} = h_{св.з} + \Sigma h_{упр} = h_{св.з} + \Sigma \frac{Q_0 H}{E \cdot F} =$	2. $h_{св.к} = 2,75 + 1,75\ \frac{33000 \cdot 150000}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 66} =$
$= 2,0 + 1,5\ \frac{11500 \cdot 10000}{1,5 \cdot 10^6 \cdot 24} = 2,48\ м$	$= 3,62\ м$

II. Величина рабочего хода амортизатора

а) нижний амортизатор

1. $S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2g\left[\frac{(n+1)}{\lambda} - 1\right]} = \frac{10^2}{2 \cdot 9,81\left(\frac{5+1}{1,7} - 1\right)} = 2\ м$	1. $S_{нрх} = \frac{10^2}{2 \cdot 9,81\left(\frac{5+1}{2,65} - 1\right)} = 3,9\ м$
2. $S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2gn}\left[1 + \frac{(\lambda-1)(n+1)}{\lambda \cdot n}\right] =$	2. $S_{нрх} = \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5}\left[1 + \frac{(2,65-1)(5+1)}{2,65 \cdot 5}\right] =$
$= \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5}\left[1 + \frac{(1,7-1)(5+1)}{1,7 \cdot 5}\right] = 1,49\ м.$	$= 1,75\ м$
3. $S_{нрх} = S_0 + S_1 + S_2$	
$S_0 = \frac{V_0^2}{2gn} = \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5} = 1,0\ м$	$S_0 = 1,0\ м$
$S_1 = \frac{(n+1)(\lambda-1)}{\lambda_1 \cdot n} \cdot S_0 = \frac{(5+1)(1,35-1)}{1,35 \cdot 5} \cdot 1,0 = 0,31\ м$	$S_1 = \frac{(5+1)(1,75-1)}{1,75 \cdot 5} \cdot 1,0 = 0,52\ м$
$S_2 = \frac{(n+1)(\lambda-1)S_0 + [\lambda - \lambda_1(n+1)]S_1}{\lambda \cdot n} = \frac{(5+1)(1,7-1) \cdot 1,0 +}{1,7 \cdot 5}$	$S_2 = \frac{(5+1)(2,65-1)1,0 + [2,65 - 1,75(5+1)] \cdot 0,5}{2,65 \cdot 5} =$
$+ \frac{[1,7 - 1,35(5+1)] \cdot 0,31}{1,7 \cdot 5} = 0,26\ м$	$= 0,4\ м.$
$S_{нрх} = 1,0 + 0,31 + 0,26 = 1,57\ м$	$S_{нрх} = 1,0 + 0,52 + 0,45 = 1,97\ м$
4. $S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2gn}\left[(n+1)\left(\sqrt[n]{\lambda} - 1\right) + 1\right] =$	$S_{нрх} = \frac{10^2}{2g \cdot 5}\left[(5+1)\left(\sqrt[5]{2,65} - 1\right) + 1\right] =$
$= \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5}\left[(5+1)\left(\sqrt[5]{1,7} - 1\right) + 1\right] = 1,72\ м$	$= 2,2\ м$

б) верхний амортизатор

1. $S_{в.рх} = \frac{V_0^2}{2g\left(\frac{K-1}{\lambda}+1\right)} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\left(\frac{2-1}{47}+1\right)} = 3{,}16$ м

2. $S_{в.рх} = \frac{V_0^2}{2gK}\left[1+\frac{(\lambda-1)(K-1)}{\lambda K}\right] = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2}\left[1+\frac{(1{,}7-1)(2-1)}{1{,}7\cdot 2}\right];$

$S_{врх} = 3$ м

3. $S_{в.рх} = S_0 + S_1 + S_2$

$S_0 = \frac{V_0^2}{2gK} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2} = 2{,}5$ м

$S_1 = \frac{(K-1)(\lambda_1-1)}{\lambda_1\cdot K}\cdot S_0 = \frac{(2-1)(1{,}35-1)}{1{,}35\cdot 2}\cdot 2{,}5 = 0{,}32$ м

$S_2 = \frac{(K-1)(\lambda-1)S_0 - [\lambda+\lambda_1(K-1)]\cdot S_1}{\lambda K} =$

$= \frac{(2-1)(1{,}7-1)2{,}5 - [1{,}7+1{,}35(2-1)]\cdot 0{,}32}{1{,}7\cdot 2} = 0{,}23$ м

$S_{врх} = 2{,}5 + 0{,}32 + 0{,}23 = 3{,}05$ м

1. $S_{врх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\left(\frac{2-1}{2{,}65}+1\right)} = 3{,}62$ м

2. $S_{врх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2}\left[1+\right.$

$\left.+\frac{(2{,}65-1)(2-1)}{2{,}65\cdot 2}\right] = 3{,}25$ м

$S_0 = 2{,}5$ м

$S_1 = \frac{(2-1)(1{,}75-1)}{1{,}75\cdot 2}\cdot 2{,}5 = 0{,}53$ м

$S_2 = \frac{(2-1)(2{,}65-1)\cdot 2{,}5[2{,}65+1{,}75(2-1)]\cdot 0{,}53}{2{,}65\cdot 2} =$

$= 0{,}34$ м

$S_{вр.х} = 2{,}5 + 0{,}53 + 0{,}34 = 3{,}37$ м

28

4. $S_{врх} = \frac{V_0^2}{2gK}\left[1+(K-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt[4]{\lambda}}\right)\right] = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2}\cdot$

$\cdot\left[1+(2-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt{1{,}71}}\right)\right] = 3{,}12$ м

$S_{вр.х} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2}\left[1+(2-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt{2{,}65}}\right)\right] =$

$= 4{,}0$ м

III. Полная высота переподъема

а) в копре

1. $h_к = h_{св\,к} + 1{,}5\,S_{врх} = 2{,}48 + 1{,}5\cdot 3{,}16 = 7{,}23$ м
2. $h_к = 2{,}48 + 1{,}5\cdot 3 = 6{,}98$ м
3. $h_к = 2{,}48 + 1{,}5\cdot 3{,}05 = 7{,}08$ м
4. $h_к = 2{,}48 + 1{,}5\cdot 3{,}1 = 7{,}14$ м

1. $h_к = 3{,}62 + 1{,}5\cdot 3{,}6 = 9{,}02$м
2. $h_к = 3{,}62 + 1{,}5\cdot 3{,}25 = 8{,}52$ м
3. $h_к = 3{,}62 + 1{,}5\cdot 3{,}37 = 8{,}72$ м
4. $h_к = 3{,}62 + 1{,}5\cdot 3{,}4 = 8.66$ м

б) в зумпфе шахты

1. $h_з = h_{св\cdot з} + 1{,}5\,S_{нрх} = 2 + 1{,}5\cdot 2 = 5$ м
2. $h_з = 2 + 1{,}5\cdot 1{,}49 = 4{,}24$ м
3. $h_з = 2 + 1{,}5\cdot 1{,}57 = 4{,}36$ м
4. $h_з = 2 + 1{,}5\cdot 1{,}72 = 4{,}58$ м

1. $h_з = 2{,}75 + 1{,}5\cdot 3{,}9 = 8{,}6$ м
2. $h_з = 2{,}75 + 1{,}5\cdot 1{,}75 = 5{,}37$ м
3. $h_з = 2{,}75 + 1{,}5\cdot 1{,}97 = 5{,}71$ м
4. $h_з = 2{,}75 + 1{,}5\cdot 2{,}2 = 6{,}05$ м

29

IУ. Сила торможения

а) для нижнего амортизатора

1. $R_н = (n+1)\,Q_0 = (5+1)\;\;11{,}5 = 6{,}9$ т
2. $R_0 = (n+1)\,Q_0 = (5+1)\;\;11{,}5 = 69$ т
   $R_1 = (n+1)\,Q_{гр} = (5+1)\;\;31 = 186$ т
3. $R_0 = (n+1)\,Q_0 = (5+1)\;\;11{,}5 = 69$ т
   $R_1 = (n+1)\,Q_1 = (5+1)\;\;15{,}5 = 93$ т
   $R_2 = (n+1)\,Q_2 = (5+1)\;\;31 = 186$ т

4. $$R = R_0\left[1+\frac{S}{(n+1)\cdot S_0}\right] = 11{,}5\,(5+1)\left[1+\frac{1{,}72}{(5+1)\frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}}\right]^5 = 238\,м$$

1. $R_н = (5+1)\;33 = 1{,}98$ т
2. $R_0 = (5+1)\;33 = 198$ т
   $R_1 = (5+1)\;83 = 498$ т
3. $R_0 = (5+1)\;33 = 198$ т
   $R_1 = (5+1)\;58 = 348$ т
   $R_2 = (5+1)\;83 = 498$ т

4. $$R = 33(5+1)\left[1+\frac{2{,}2}{(5+1)\frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}}\right]^5 = 950\,м$$

б) для верхнего амортизатора

1. $R_б = (K-1)\;Q_0 = (2-1)\;11{,}5 = 11{,}5$ т
2. $R_0 = (K-1)\;Q_0 = (2-1)\;11{,}5 = 11{,}5$ т
   $R_1 = (K-1)\;Q_{гр} = (2-1)\;31 = 31$ т
3. $R_0 = (K-1)\;Q_0 = (2-1)\;11{,}5 = 11{,}5$ т
   $R_1 = (K-1)\;Q_1 = (2-1)\;15{,}5 = 15{,}5$ т
   $R_2 = (K-1)\;Q_2 = (2-1)\;31 = 31$ т

1. $R_б = (2-1)\;33 = 33$ т
2. $R_0 = (2-1)\;33 = 33$ т
   $R_1 = (2-1)\;83 = 83$ т
3. $R_0 = (2-1)\;33 = 33$ т
   $R_1 = (2-1)\;58 = 58$ т
   $R_2 = (2-1)\;83 = 83$ т

4. $$R_б = \frac{R_0}{\left[\frac{S}{(K-1)S_0}-1\right]^K} = \frac{(K-1)Q_0}{\left[\frac{S}{(K-1)S_0}-1\right]^K} = \frac{(2-1)11{,}5}{\left[\frac{3}{(2-1)\cdot 1}-1\right]^2} = 57{,}5\,м$$

4. $$R_б = \frac{(2-1)\,33}{\left[1-\frac{2{,}25}{(2-1)2{,}5}\right]} = 330\,м$$

В. Клеть 3600 х 1400 мм

$Q_0 = 7500$ кг $\quad Q_{гр} = 12750$ кг $\quad \lambda = 1{,}7$ $\quad V = 10$ м/сек
$V_0' = 1{,}5$ м/сек $\quad H = 1000$ м $\quad n = 5$ $\quad K = 2\lambda = 1{,}35$

Канаты: ГОСТ 7685-55 $\quad 4х32{,}5$ мм
$F = 16$ см^2 $\quad q = 4$ кг/м $\quad E = 1{,}5\cdot 10^6$ кг/см^2

Г. Клеть 4000 х 1500 мм

$Q_0 = 6500$ кг $\quad Q_{гр} = 19000$ кг $\quad \lambda = 2{,}92$
$V_0' = 1{,}5$ м/сек $\quad H = 1500$ м $\quad V = 10$ м/сек
$n = 5$ $\quad K = 2$ $\quad \lambda = 2{,}0$
Канаты: ГОСТ 7685-55 $\quad 4х43{,}5$ мм
$F = 30$ см^2 $\quad q = 6{,}8$ кг/м $\quad E = 1{,}5\cdot 10^6$ кг/см^2

I. Высота свободного переподъема

1. $$h_{свз} = h_{кз} + V_0' t_{ср} + \frac{V_0'^2}{2g} = 0{,}5+1{,}5\cdot 0{,}5+\frac{1{,}5^2}{2\cdot 1{,}5} = 2{,}0\,м$$
2. $$h_{свк} = h_{свз} + \Sigma h_{упр} = h_{свз} + \Sigma\frac{Q_0 H}{E\cdot F} = 2{,}0+\frac{7500\cdot 100000\cdot 15}{10^6\cdot 16\cdot 1{,}5} = 2{,}47$$

1. $$h_{свк} = 0{,}5+1{,}5\cdot 1+\frac{1{,}5^2}{2\cdot 1{,}5} = 2{,}75\,м$$
2. $$h_{свк} = 2{,}75+1{,}75\,\frac{6500\cdot 150000}{1{,}5\cdot 10^6\cdot 30} = 3{,}13\,м$$

II. Величина рабочего хода амортизатора

а) нижний амортизатор

1. $$S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2g\left(\frac{n+1}{\lambda}-1\right)} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\left(\frac{5+1}{1{,}7}-1\right)} = 2\,м$$

1. $$S = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\left(\frac{5+1}{2{,}92}-1\right)} = 4{,}72$$

2. $S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2gn}\left[1+\frac{(\lambda-1)(n+1)}{\lambda\cdot n}\right] = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}\cdot$

$\cdot\left[1+\frac{(1{,}7-1)(5+1)}{1{,}7\cdot 5}\right] = 1{,}49\ м$

3. $S_0 = \frac{V_0^2}{2gn} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5} = 1{,}0 м$

$S_1 = \frac{(n+1)(\lambda_1-1)}{\lambda_1\ n} = \frac{(5+1)(1{,}35-1)}{1{,}35\cdot 5} = 0{,}31 м$

$S_2 = \frac{(n+1)(\lambda-1)S_0+[\lambda-\lambda_1(n+1)]\cdot S_1}{\lambda\cdot n} =$

$= \frac{(5+1)(1{,}7-1)\cdot 1{,}0+[1{,}7-1{,}35(5+1)]}{1{,}7\cdot 5} = 0{,}26 м$

$S_{нрх} = S_0 + S_1 + S_2 = 1{,}0+0{,}31+0{,}26 = 1{,}57 м$

2. $S_{нрх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}\left[1+\frac{(2{,}92-1)(5+1)}{2{,}92\cdot 5}\right] = 1{,}79 м$

3. $S_0 = 1{,}0 м$

$S_1 = \frac{(5+1)(2{,}0-1)}{2\cdot 5} = 0{,}6$

$S_2 = \frac{(5+1)(2{,}92-1)\cdot 1+[2{,}92-2(5+1)]\cdot 0{,}6}{2{,}92\cdot 5}$

$= 0{,}41 м$

$S_{нрх} = 1{,}0+0{,}6+0{,}41 = 2{,}01 м$

4. $S_{нрх} = \frac{V_0^2}{2gn}\left[(n+1)(\sqrt[n]{\lambda}-1)+1\right] =$

$= \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}\left[(5+1)(\sqrt[5]{1{,}7}-1)+1\right] = 1{,}72$

4. $S_{нрх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 5}\left[(5+1)(\sqrt[5]{2{,}92}-1)+1\right] =$

$= 2{,}5$

б) верхний амортизатор

1. $S_{врх} = \frac{V_0^2}{2g\left(\frac{K-1}{\lambda}+1\right)} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\left(\frac{2-1}{1{,}7}+1\right)} = 3{,}16$

2. $S_{врх} = \frac{V_0^2}{2gK}\left(1+\frac{(\lambda-1)(K-1)}{\lambda\cdot K}\right) = \frac{10^2}{29{,}81\cdot 2}\cdot$

$\cdot\left(1+\frac{(1{,}7-1)(2-1)}{1{,}72} = 3{,}0 м\right.$

3. $S_0 = \frac{V_0^2}{2gK} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2} = 2{,}5 \qquad S = S_0+S_1+S_2$

$S_1 = \frac{(K-1)(\lambda_1-1)}{\lambda_1\cdot K}\cdot S_0 = \frac{(2-1)(1{,}35-1)}{1{,}35\cdot 2} = 0{,}32 м$

$S_2 = \frac{(K-1)(\lambda-1)S_0-[\lambda+\lambda_1(K-1)]\cdot S_1}{\lambda K} =$

$= \frac{(2-1)(1{,}7-1)\cdot 2{,}5-[1{,}7+1{,}35(2-1)]\cdot 0{,}32}{1{,}7\cdot 2} =$

1. $S_{врх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot\left(\frac{2-1}{2{,}92}+1\right)} = 3{,}7$

2. $S_{врх} = \frac{10^2}{2\cdot 9{,}81\cdot 2}\left(1+\frac{(2{,}92-1)(2-1)}{2{,}92-2}\right) = 3{,}31 м$

3. $S_0 = 2{,}5 м$

$S_1 = \frac{(2-1)(2-1)}{2\cdot 2}\cdot 2{,}5 = 0{,}625$

$S_2 = \frac{(2-1)(2{,}92-1)\cdot 2{,}5-[2{,}92+2{,}0(2-1)]\cdot 0{,}625}{2{,}92\cdot 2} =$

$= 0{,}29 м$

$S_{бpx} = 2,5 + 0,32 + 0,23 = 3,05$ м

4. $S_{бpx} = \frac{V_0^2}{2gK}\left[1+(K-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt{\lambda}}\right)\right] =$

$= \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 2}\left[1+(2-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt{1,7}}\right)\right] = 3,12$ м

$S_{бpx} = 2,5 + 0,625 + 0,29 = 3,41$ м

4. $S_{бpx} = \frac{10}{2 \cdot 9,81 \cdot 2}\left|1+(2-1)\left(1-\frac{1}{\sqrt{2,92}}\right)\right. =$

$= 3,66$ м

34

III. Полная высота переподъема

а) в копре

1. $h_к = h_{сбх} + I,5\,S_{бpx} = 2,47 + I,5 \cdot 3,I6 = 7,23$ м
2. $h_к = 2,47 + I,5 \cdot 3,0 = 6,97$ м
3. $h_к = 2,47 + I,5 \cdot 3,05 = 7,07$ м
4. $h_к = 2,47 + I,5 \cdot 3,I2 = 7,I3$ м

1. $h_к = 3,I3 + I,5 \cdot 3,7 = 8,68$ м
2. $h_к = 3,I3 + I,5 \cdot 3,3I = 8,09$ м
3. $h_к = 3,I3 + I,5 \cdot 3,4I = 8,23$ м
4. $h_к = 3,I3 + I,5 \cdot 3,56 = 8,48$ м

б) в зумпфе

1. $h_з = h_{сбз} + I,5\,S_{нрх} = 2,0 + I,5 \cdot 2 = 5$ м
2. $h_з = 2,0 + I,5 \cdot I,49 = 4,24$ м
3. $h_з = 2,0 + I,5 \cdot I,57 = 4,36$ м
4. $h_з = 2,0 + I,5 \cdot I,72 = 4,58$ м

1. $h_з = 2,75 + I,5 \cdot 4,72 = 9,85$ м
2. $h_з = 2,75 + I,5 \cdot I,79 = 5,43$ м
3. $h_з = 2,75 + I,5 \cdot 2,0I = 5,85$ м
4. $h_з = 2,75 + I,5 \cdot 2,5 = 6,50$ м

IV. Сила торможения

а) для нижнего амортизирующего устройства

1. $R_н = (n+I)Q_0 = (5+I)\ 7,5 = 45$ т
2. $R_0 = (n+I)Q_0 = (5+I)\ 7,5 = 45$ т
   $R_1 = (n+I)Q_{гр} = (5+I)\ I2,75 = 76,5$ т
3. $R_0 = (n+I)Q_0 = (5+I)\ 7,5 = 45$ т
   $R_1 = (n+I)Q_1 = (5+I)\ I0 = 60$ т
   $R_2 = (n+I)Q_2 = (5+I)\ I2,75 = 76,5$ т
4. $R_н = R_0\left[1+\frac{S}{(n+1)\,S_0}\right]^n = Q(n+1)\left[1+\frac{S}{(n+1)\frac{V^2}{2gn}}\right]^n =$

$= 7,5\,(5+1)\left[1+\frac{1,72}{5+1\ \frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5}}\right]^5 = 154$ m

1. $R_н = (5+I)\ 6,5 = 39$ т
2. $R_0 = (5+I)\ 6,5 = 39$ т
   $R_1 = (5+I)\ I9 = II4$ т
3. $R_0 = (5+I)\ 6,5 = 39$ т
   $R_1 = (5+I)\ I3 = 78$ т
   $R_2 = (5+I)\ I9 = II4$ т
4. $R_н = 6,5\,(5+1)\left[1+\frac{2,5}{(5+1)\,\frac{10^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 5}}\right] =$

$= 218$ m

35

б) для верхнего амортизирующего устройства

1. $R_б$ = (К-I) $Q_о$ = (2-I) 7,5 = 7,5 т
2. $R_о$ = (К-I) $Q_о$ = (2-I) 7,5 = 7,5 т
   R_1 = (К-I) $Q_{гр}$ = (2-I) I2,75 = I2,75 т
3. $R_о$ = (К-I) $Q_о$ = (2-I) 7,5 = 7,5 т
   R_1 = (К-I) Q_1 = (2-I) I0 = I0 т
   R_2 = (К-I) $Q_{гр}$ = (2-I) I2,75 = I2,75 т

4. $$R_б = \frac{R_0}{\left[1 - \frac{S}{(K-1)S_0}\right]^K} = \frac{(K-1)Q_о}{\left[1 - \frac{S}{(K-1)\cdot\frac{V_0^2}{2gK}}\right]^K}$$

$$R_б = \frac{(2-1)7,5}{\left[1 - \frac{2,12}{(2-1)\frac{10^2}{2\cdot 9,81\cdot 2}}\right]^2} = 47m$$

1. $R_б$ = (2-I) 6,5 = 6,5 т
2. $R_о$ = (2-I) 6,5 = 6,5 т
   R_1 = (2-I) I9 = I9 т
3. $R_о$ = (2-I) 6,5 = 6,5 т
   R_1 = (2-I) I3 = I3 т
   R_2 = (2-I) I9 = I9 т

4. $$R_б = \frac{(2-1)\,6,5}{\left[\frac{2,86}{\frac{(2-1)\cdot 10^2}{2\cdot 9,81\cdot 2}} - 1\right]^2} = 48m$$

РАБОЧАЯ МЕТОДИКА

расчета и выбора высоты переподъема и усилий торможения для амортизирующих устройств многоканатных подъемных установок, разработанная Гипрошахтом на базе методики МакНИИ

I. Свободный переподъем - расстояние от крыши сосуда до нижней кромки амортизирующего устройства при условиях, оговоренных ПБ в части V' = I,5 сек и $t_{ср}$ = 0,8 сек принимать $h_{св}$ = 3 м.

2. Величина основного (рабочего) пути торможения принимается в зависимости от максимальной скорости подъема по табл.I.

Таблица I

Тип подъема	людской		грузовой		
Скорость	$\leq$ 7,35	$>$ 7,35	$\leq$ I5	$\geqslant$ I5 $\lesssim$ I8	$\geqslant$ I8 $\lesssim$ 20
h_0 (м)	2,7	0,05	2,7	3,5	4

3. Резервный путь торможения принимать

$$H_p = 0{,}5\ H_0$$

за исключением резервных путей нижних А.У. противовесов, где

$$H_p = I{,}35 \text{ м}$$

4. Усилие торможения на основном участке рассчитывать по формулам табл.2.

Таблица 2

Тип подъема	V	$F_{в.о}$	$F_{но}$	
			$K_л + F_р$	$K_л + K_л$
Людской	любая	0	2	2
Грузовой	$\leq 7{,}35$	0	$Q_2(K_1V^2+1)$	
	$> 7{,}35$	$Q_1(K_1V^2-1)$		

Входящие в формулу величины рассчитывать в соответствии с табл. 3 и 4.

Таблица 3

I	$P_{сос} + P_{гр}$
2	$P_{сос}$
3	$P_{сос} + P_{гр} + P_к$
4	$P_{сос} + P_{гр} - P_к$

Таблица 4

K	
0,0185	$7{,}35 \leq V \leq 15$
0,0143	$15 < V \leq 18$
0,0125	$18 < V \leq 20$

где

$P_{сос}$ - вес сосуда ;

$P_{гр}$ - вес груза (максимальный) ;

$P_к$ - вес (суммарный) ветви канатов.

Для противовесов

$P_{сос}$ - вес противовеса ;

$P_{гр}$ - 0

При нулевых значениях усилий торможения на основных участках амортизаторов на них не ставить.

6. Усилия торможения на резервных участках А.У. рассчитывать по формулам табл.5.

Таблица 5

Тип подъема	ВАУ $F_{в.р.}$	Н.А.У $F_{нр}$
Людской	$3\,P_к - P_{сос}$	$5\,P_{гр} - P_{пл}$
Грузовой	$2K_1Q_3V^2 - 3Q_1 - 2F_{в.р}$	$Q_1(2K_1V^2+3) - 2F_{н.р}$

В грузовых подъемах при скоростях $V = 7{,}35$ м/сек величину $P_{гр}$ в выражении для Q_3 и Q_4 (см.таблицу 3) принимать $P_{гр} = 0$.

С целью конструктивного упрощения А.У. в случае,если усилия торможения на резервном участке нижних А.У. клетевых подъемов получается меньше,чем усилия торможения на основном пути и для нижних А.У. противовесов,во всех случаях принимать:

7. В амортизирующих устройствах людских подъемов при системе "клеть-клеть" предусматривать устройства для улавливания сосуда при обратном движении. Величина возможного обратного движения определяется по формуле:

$$\Delta h = \frac{V^2}{K}$$

где $$K = \left(1 + 0{,}5\,\frac{P_{кл}}{P_{гр}}\right) \cdot 2g .$$

УТВЕРЖДАЮ:

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА ПО ТОПЛИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИ ГОСПЛАНЕ СССР

_____ КУЗЬМИЧ

П Р О Т О К О Л

технического совещания в институте Центрогипрошахт по рассмотрению "Методики расчета высоты переподъема для многоканатных подъемных установок"

Присутствовали:

I. РАБИНОВИЧ И.А.	- гл.инженер проекта Центрогипрошахт
2. ПОПОВА А.И.	-
3. ОВСИЕНКО П.И.	- зам.нач.отдела рудничн.тр-та МакНИИ
4. КОРОБОВА Н.З.	- зам.нач.ЭМО Луганскпроект
5. ДАНИЛЕВСКИЙ Ф.Я,	- нач.ОПБ Южгипрошахт
6. КОВАЛЕНКО В.Ф.	- гл.конструктор проекта Донгипроуглемаш
7. КОЛЕСНИЧЕНКО П.П.	- ст.инженер Днепрогипрошахт
8. КУРЫШЕВ А.С.	- рук.бригады Гипроникель
9. СТРОНСКИЙ Н.И.	- рук.бригады Гипроникель
IO. ОПЕМАН С.Д.	- гл.мех.Гипроцветмет
II. ДИККЕРИТ Д.П.	- ст.инж.Гипроцветмет
I2. МАЛЬЦЕВ Д.П.	- гл.специалист Гипроцветмет
I3. ГОРДИЕНКО И.И.	- нач.ЭМО УкрНИИПроекта
I4. ИВЛИЕВА Г.П.	- Гипроуглемаш
I5. КАЧАЛОВ Г.И.	- гл.специалист Уралгипрошахт
I6. САЛИН Ю.А.	- бриг.инж.Уралгипроруда

17. ДЕГТЯРЕВ Л.Ф. - рук.группы Кривбасспроект
18. СКАКУН И.Л. - -"- -"-
19. СУХОВОРОВ Л.С. - ст.техник Гипроруда
20. ШТЕРН М.Г. - гл.конструктор Донгипрошахт
21. СТРЕЛЬНИКОВА М.В. - -"- ОГШО Донгипрошахт
22. МИПРОШГЕЩДЛЕР Г.Ю. - ст.инж.Гипрошахт
23. БРОДСКИЙ В.И. - гл.конструктор проекта завода им.15-летия ЛКСМУ
24. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ А.А. - гл.конструктор завода им. 15-летия ЛКСМУ
25. КОШЕВОЙ М.М. - нач.бюро НКМЗ
26. КОВАЛЕВСКИЙ И.Б. - руководитель группы НКМЗ
27. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ Е.А. - ст.инженер Гипрошахт

СЛУШАЛИ:

I. Доклад представителя МакНИИ тов.ОВСИЕНКО П.И. о "Методике расчета высоты переподъема для многоканатных подъемных установок", разработанный на основании выполненной МакНИИ научно-исследовательской работы, направленной на решение проблемы - защита многоканатных подъемных установок при переподъеме сосудов.

2. Сообщение представителя института "Гипрошахт" тов.БЕЛОЦЕРКОВСКОГО Е.А. о варианте рабочей методики расчета параметров амортизирующих устройств для многоканатных подъемных установок, составленной Гипрошахтом на базе общей методики, разработанной МакНИИ.

ПОСТАНОВИЛИ:

I. Рекомендовать проектным организациям при проектировании многоканатных подъемных установок пользоваться методикой расчета высоты переподъема, разработанной МакНИИ, отметив высокий научно-теоретический уровень выполненной МакНИИ работы, на основании которой составлена методика.

2. Просить Комитет по топливной промышленности поручить МакНИИ, Гипрошахт и Донгипрошахт (с привлечением институтов Донгипроуглемаш, Гипрорудмаш, Кривбасспроект, Сибгипрошахт, Южгипрошахт и Гипроникель) на базе общей методики МакНИИ разработать до I ноября 1965 года рабочую методику расчета и выбора параметров амортизирующих устройств для различных типов многоканатных подъемных установок, содержащую как теоретические обоснования, так и конкретные практические рекомендации, увязанные с конструктивными решениями и реальными прочностными параметрами сосудов и других элементов установок, обеспечив работу необходимым финансированием.

3. Считать обязательным в рабочей методике учесть следующие рекомендации участников совещания:

а) необходимость в более четком обосновании исходных условий амортизации;

б) необходимость снижения режима торможения клетей в верхних амортизирующих устройствах до К = I (a = 10м/сек^2);

в) необходимость в учете энергии головной ветви канатов на резервных участках верхних амортизирующих устройств;

г) необходимость в устройствах для удержания сосудов от обратного движения после амортизации.

4. Рабочую методику, содержащую теоретические обоснования и конкретные практические рекомендации, исключающую многовариантность решений, направить на заключение проектным организациям и ведущим ученым в области шахтного подъема действ.чл.АН УССР Савину Г.И., чл.корр.АН УССР Нестерову П.П., доктору техн.наук Белому В.Д., доктору техн.наук Флоринскому, доктору техн.наук Глушко М.Ф. и не позднее I января 1966 г. представить на окончательное рассмотрение.

5. Отмечая согласие МакНИИ, считать возможным до утверждения рабочей методики разрешить проектным организациям при проектировании скиповых и одноконцевых клетевых подъемных установок пользоваться также рабочей методикой расчета параметров амортизирующих устройств многоканатных подъемных установок, составленной институтом Гипрошахт на базе общей методики МакНИИ, скорректировав методику Гипрошахта в части снижения режимов торможения груженых скипов в верхних амортизирующих устройствах до К = 3,5 (a = 35 м/сек^2).

Учитывая возможные дополнительные нагрузки на машину при расчете по методике Гипрошахта, принимать их, исходя из максимально допустимых нагрузок на машину.

Ответственный за выпуск П.И.Овсиенко

Ротапринт МакНИИ. Зак. 92. I6/УШ-I965 г.
Объем 3 п.л. Тираж I00 экз.

Макеевка, Донецкой обл., Лихачева, 60

gost.e-ecolog.ru