

С. К. К И С Е Л Е В

**ОБОРУДОВАНИЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
РУДНИЧНЫХ
ПОДЪЕМНЫХ
УСТАНОВОК**

ГОСТОПТЕХИЗДАТ 1943

С. К. КИСЕЛЕВ
горный инженер-механик

Д Е П

ОБОРУДОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ
УСТАНОВОК



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НЕФТЯНОЙ И ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1943 Ленинград

Редактор С. Я. Хейфец

Л 38224. Подп. к печ. 17/V 1943 г. Тираж 5 000 экз. Печ. л. 15.
Уч. а. л. 18,30. 60X92¹/₂. Цена 12 руб. Заказ № 924.

3-я тип. «Красный пролетарий» Оргза РСФСР треста «Полиграффинга».
Москва, Краснопролетарская, 16.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебник составлен по курсу «Рудничные подъемные установки» для повышения квалификации механиков-практиков угольной промышленности.

При составлении учебника автор стремился к возможно более популярному изложению курса. Формулы для вычислений приняты самые элементарные и только те, которые необходимы для освоения требуемого объема знаний по курсу.

Учебник не ставит своей задачей дать материал и знания для проектирования подъемных установок, а преследует цель изучения рудничных подъемных установок под углом зрения правильной их эксплуатации.

В учебнике рассмотрены:

1) конструкции рудничных подъемных установок, типы подъемных машин и двигателей, контрольная и предохранительная аппаратура;

2) правила безопасности, предъявляемые к рудничным подъемным установкам;

3) правила эксплуатации подъемной установки и ухода за подъемной машиной;

4) организация работы подъема с учетом стахановских методов, а также выявления резервов производительности подъемной установки;

5) планово-предупредительный осмотр и ремонт подъемной установки, преследующий цель своевременно выявлять дефекты, устранять последние и предупреждать аварии.

Книга составлена в соответствии с требованиями действующих правил безопасности в каменноугольной и сланцевой промышленности.

Для лучшего усвоения материала при изучении курса в конце каждой главы книги приводятся контрольные вопросы, которые служат для самопроверки знаний.

Все недочеты, которые будут замечены в данном учебнике, автор просит сообщить ему через Госгостехиздат (Москва, проезд Владимирова, 4).

Автор выражает глубокую благодарность профессорам А. С. Ильичеву, Г. М. Еланчику и И. М. Воронкову, давшим ряд ценных указаний при составлении учебника.

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВКАХ

§ 1. НАЗНАЧЕНИЕ РУДНИЧНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Рудничная подъемная установка является связующим звеном между подземными работами и поверхностью.¹

Подъемная установка служит для выдачи по стволу шахты на поверхность добытого в недрах земли полезного ископаемого, а также для спуска-подъема людей, материалов и оборудования, для выдачи породы и спуска леса.

Главной функцией подъема является выдача полезного ископаемого, остальные же перечисленные функции являются вспомогательными.

По «Правилам безопасности» при глубине шахты свыше 50 м рабочим должен быть обеспечен механический подъем (§ 52 «Пр. без.»).

Для шахт небольшой производительности одна подъемная установка может выполнять как главные, так и вспомогательные функции. Шахты же большой производительности обычно оборудуются двумя подъемными установками, из которых одна выполняет главные функции (выдачу полезного ископаемого) и носит название главного подъема, а вторая выполняет вспомогательные функции (спуск-подъем людей, материалов, оборудования и т. д.) и носит название вспомогательного подъема.

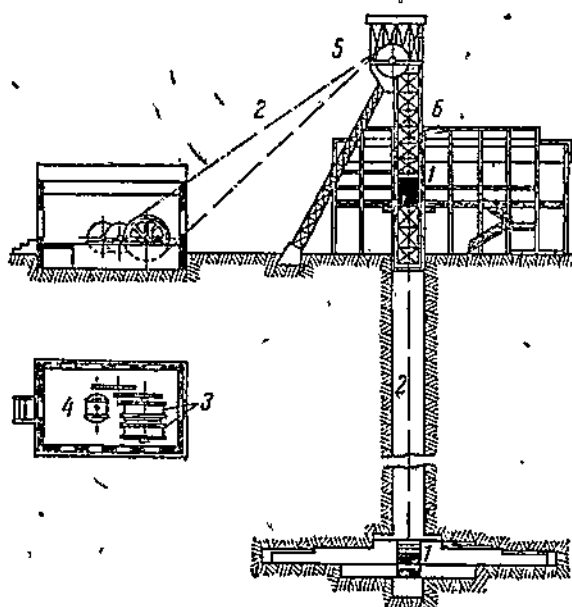
Временный подъем, предназначенный специально для проходки или углубки шахты, носит соответственно название проходческого или углубочного подъема.

§ 2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

На фиг. 1 показан общий вид клетевой подъемной установки. Подъемными сосудами в этой установке являются клетки 1. Клетки подвешены на подъемных канатах 2. Подъемные канаты навиваются на барабаны 3 подъемной машины, которые приводятся в движение электрическим (или паровым) двигателем 4. Для направления канатов (от барабанов подъемной машины) в ствол шахты служат два шкива 5, установленных на копре 6.

В клетях полезное ископаемое поднимается вместе с вагонетками.

Вкатывание в клеть грузеных вагонеток и выкатывание порожних производится на горизонте рудничного двора. Смена в клетки грузеных вагонеток порожними производится на верхней приемной площадке, которую располагают обычно несколькими метрами выше поверхности земли. Клетей две; в то время, когда одна клеть с навитым на барабан канатом находится у верхней приемной площадки, вторая клеть со спущенным с барабана канатом находится у нижней приемной площадки.



Фиг. 1. Общий вид клетевой подъемной установки.

Один канат направляется на барабан сверху, а второй — снизу (фиг. 2). Оба барабана сидят на одном валу и при вращении вала двигателем подъемной машины будут поворачиваться в одну и ту же сторону. Одна клеть будет подниматься, а другая опускаться, следовательно, будет производиться одновременно подъем грузеных и спуск порожних вагонеток.

Отвесная часть подъемного каната направляется по оси подъемного отделения ствола шахты и носит название отвеса; часть каната от направляющего шкива до барабана называется струной.

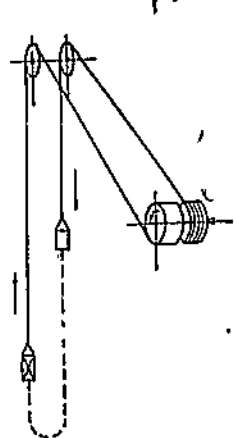
В некоторых подъемных установках к низу подъемных сосудов подвешивают канат, который в зумпфе шахты образует петлю. Этот канат (на фиг. 2 показан пунктирной линией) носит название нижнего уравновешивающего каната¹.

Условно введено понятие о правых и левых частях подъемной установки, а именно: если стать на место машиниста лицом к

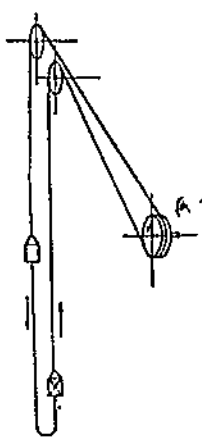
¹ Назначение нижнего уравновешивающего каната будет рассмотрено в главе III.

копру, то все части подъемной установки, которые находятся справа, соответственно называются правыми (правый барабан, правый канат, правый направляющий шкив и т. д.), а которые находятся слева — левыми.

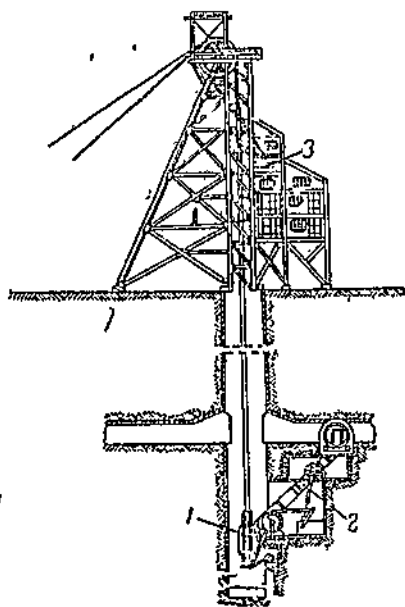
На фиг. 2 нами была рассмотрена подъемная установка, у которой машина имеет барабаны для навивки каната. Несколько отличный вид имеет подъемная установка системы Кепе (фиг. 3), названная так по фамилии ее изобретателя. В этой установке



Фиг. 2. Схема подъемной установки с двумя цилиндрическими барабанами.



Фиг. 3. Схема подъемной установки системы Кепе.



Фиг. 4. Общий вид скиповой подъемной установки.

вместо барабанов установлен ведущий шкив трения (шкив Кепе). Подъемный канат один, и на обоих концах его подвешены подъемные сосуды. Подъемный канат не имеет витков на шкиве Кепе, а охватывает лишь этот ведущий шкив на половину его окружности. При вращении двигателем шкива Кепе канат приводится в движение вместе с подъемными сосудами за счет силы трения, возникающей между подъемным канатом и желобом ведущего шкива Кепе.

На фиг. 4 представлен общий вид скиповой подъемной установки (подъемная машина на этой фигуре не показана). В данном случае полезное ископаемое выдается в скипах 1, которые загружаются из подземного бункера 2. Разгрузка скипов производится автоматически в бункер 3, расположенный на поверхности.

§ 3. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К РУДНИЧНЫМ ПОДЪЕМНЫМ УСТАНОВКАМ

Подъемная установка занимает наиболее ответственное место в оборудовании шахты.

Всякое нарушение в нормальной работе шахтного подъема может привести к срыву добычи, а аварии при спуске-подъеме людей могут привести к гибели людей. Подъемная установка является наиболее крупным потребителем энергии на шахте, поэтому нерациональное использование подъемной машины во время ее работы приводит к относительно большим потерям энергии.

К подъемным установкам предъявляют следующие основные требования:

1) безопасность и надежность работы, что зависит от строгого соблюдения «Правил безопасности», допуска к управлению подъемной машиной и обслуживанию подъемной установки опытного и квалифицированного персонала, тщательности надзора за подъемной установкой во время ее работы, качества оборудования и его монтажа и строгого соблюдения, плано-предупредительного ремонта;

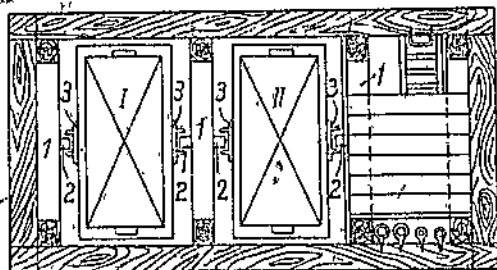
2) обеспечение требуемой производительности шахты, что зависит от опытности обслуживающего персонала, развития стахановских методов работы, правильной организации работы подъема, строгого соблюдения графиков работы подъема и плано-предупредительного ремонта, а также от правильного выбора подъемной установки при ее проектировании;

3) экономичность работы, которая зависит от правильно заданного режима работы подъема, точности выполнения этого режима, обусловленного опытностью машиниста подъемной машины, тщательности обслуживания подъемной установки и от правильного выбора типа подъемной установки при ее проектировании.

§ 4. ОБОРУДОВАНИЕ СТВОЛА ШАХТЫ

Ствол шахты делится расстрелами I обычно на подъемные, лестничное и трубное отделения (фиг. 5).

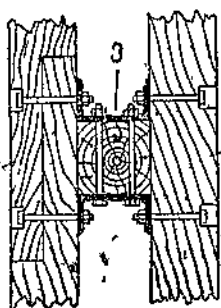
Подъемные сосуды I—II движутся в стволе шахты в специальных (подъемных) отделениях. Для направления подъемных сосудов в стволе шахты устанавливаются проводники 2—2, которые укрепляются к расстрелам. Подъемные сосуды имеют лапы 3—3. Этими лапами подъемный сосуд охватывает проводники и скользит по ним при своем движении в стволе шахты. Проводники предохраняют подъемные сосуды от раскачивания и задевания за крепление ствола шахты; благодаря установке проводников допустимая



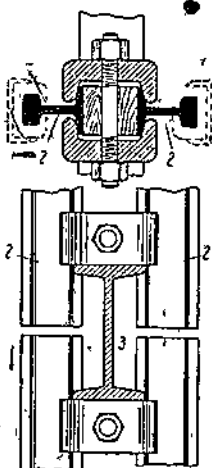
Фиг. 5. Сечение ствола шахты.

скорость движения подъемных сосудов значительно повысилась.

Проводники бывают деревянные и металлические (рельсовые или канатные). Для эксплуатационных подъемов наибольшее распространение получили деревянные и рельсовые проводники, а при проходке шахт — канатные. Канатные проводники закрепля-



Фиг. 6. Деревянные проводники.



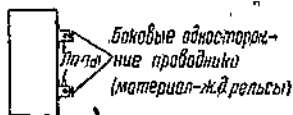
Фиг. 6а. Рельсовые проводники.

ются своими верхними концами над устьем шахты и натягиваются подвешенными внизу грузами.

На фиг. 6 показаны деревянные проводники 1—1 и, на фиг. 6а — металлические (рельсовые 2—2); на этих же фигурах показаны способы крепления проводников к расстрелам 3.

Для деревянных проводников применяется дуб и сосна, для металлических — железнодорожные рельсы типа IIIa или более тяжелые типа IIa.

Принимают следующее расположение проводников по отношению к клетям: боковое и лобовое (фиг. 7).



Фиг. 7. Расположение проводников относительно подъемных сосудов.

При лобовом расположении проводники у приемных площадок для возможности выкатывания вагонеток из клетки прерываются, а клеть в этих местах входит в дополнительно установленные боковые направляющие.

Деревянные проводники устанавливаются с обеих сторон клетки, рельсовые же проводники могут быть установлены как с обеих, так и с одной стороны клетки.

Для типовых клетей, разработанных Шахтостроем, деревянные проводники приняты с лобовым расположением, а рельсовые с боковым односторонним расположением двух проводников.

Между направляющими лапами подъемных сосудов и проводниками принимают зазор: при рельсовых проводниках 5 мм и при деревянных 10 мм на каждую сторону.

Проводники должны быть установлены точно по отвесу, так как отклонение проводников от вертикали приводит к быстрому износу их. Укрепление проводников к расстрелам должно производиться весьма тщательно, особое внимание должно быть уделено местам стыков отдельных звеньев проводников.

Для предохранения проводников от износа необходимо их хорошо смазывать.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение имеет рудничная подъемная установка и какие функции она выполняет?
2. Как различаются подъемные установки в зависимости от выполняемых ими функций?
3. Как устроена подъемная установка и из каких основных частей она состоит?
4. Почему при вращении барабанов одна клеть будет подниматься, а другая клеть в то же время будет опускаться?
5. Какие основные требования предъявляются к рудничным подъемным установкам и от чего зависит их выполнение?
6. Какое назначение имеют шахтные проводники, какие они бывают и как их располагают относительно клетки?

Глава II

ТИПЫ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАГРУЗКИ И РАЗГРУЗКИ ИХ

§ 5. ПОДЪЕМ В БАДЬЯХ

На фиг. 8 показан общий вид стандартной бадьи. Бадья состоит из сосуда 1 и дуги 2, на которой подвешен сосуд; снизу бадьи для ее разгрузки укреплены кольца 3.

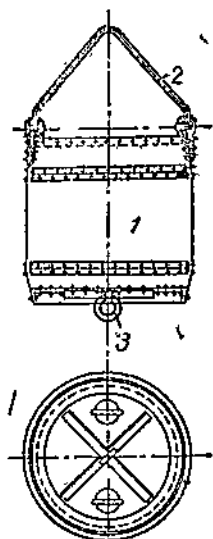
Бадьи применяются обычно при проходке и углубке стволов шахт и служат для выдачи породы, спуска-подъема людей и материалов.

Бадья подвешивается к канату за дугу 2 при помощи серьяги или крюка, имеющего запорное устройство, которое предохраняет отстегивание крюка во время подъема.

При проходке шахты проводники непосредственно до забоя не доводятся, поэтому бадья вначале от забоя движется некоторое расстояние без направляющих, после чего она подхватывает направляющую раму 1 (фиг. 9) и вместе с ней движется по проводникам 2—2.

¹ По «Правилам безопасности» спуск и подъем людей может производиться в клетях или бадьях, а при разведочных работах может производиться и в петлях. Воспрещается спуск рабочих на руках по канату (§ 60 «Пр. без.»).

При разгрузке на поверхности (фиг. 10) бадью приподнимают несколько выше приемного лотка, на нижнее кольцо 1 бадьи надевают крюк 2 с цепью 3, закрепленной на копре. Затем бадью несколько опускают, цепь натягивается и бадья опрокидывается.



Фиг. 8. Бадья.

Ниже приводятся требования «Правил безопасности» при подъеме в бадьях.

1. При спуске и подъеме людей в бадьях обязательно соблюдение следующих условий:

а) бадьи должны двигаться по направляющим или в разделах, обшитых досками, сплошь на всем протяжении; движение бадей без направляющих или обшивки допускается только на протяжении не более 20 м от забоя; при применении плоских канатов это расстояние может быть увеличено до 30 м;

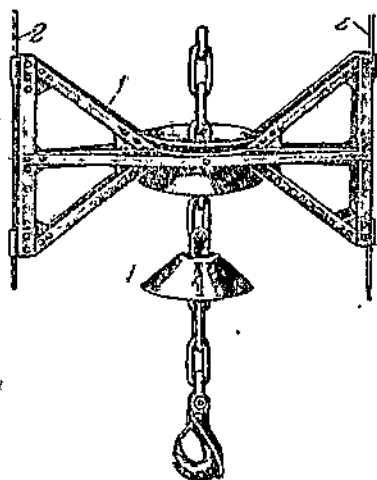
б) воспрещается подниматься или опускаться, стоя или сидя на краю бадьи, а также в нагруженной бадье;

в) воспрещается спуск и подъем в бадьях, автоматически опрокидывающихся и с разгрузкой через дно;

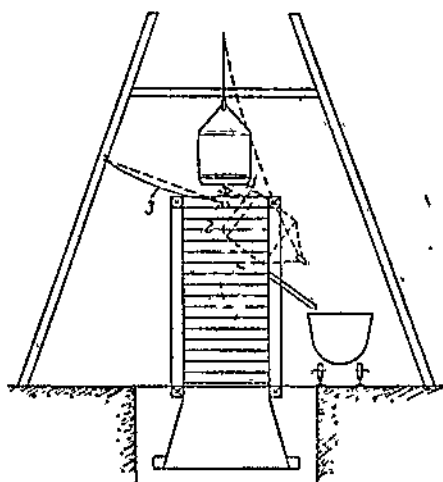
г) над бадьями должны быть подвешены щиты для предохранения рабочих от случайно падающих предметов (§ 61 «Пр. без.»).

2. При углублении шахт и шурфов подъемные сосуды не должны быть нагружены до их краев.

Материалы и инструменты, которые подлежат спуску или



Фиг. 9. Направляющая рама.



Фиг. 10. Схема разгрузки бадьи.

подъему во время углубки шахт и шурфов и которые выступают над краями подъемного сосуда, должны быть привязаны к канату (§ 64 «Пр. без.»).

§ 6. ПОДЪЕМ В ОБЫКНОВЕННЫХ КЛЕТЯХ

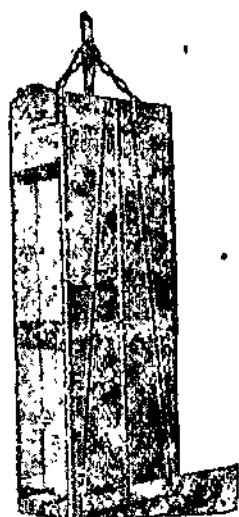
Обыкновенная клеть представляет собой платформу, жестко связанную с рамой. Платформа и рама клетки составляют одну целую металлическую конструкцию, которая подвешивается при помощи прицепного устройства к подъемному канату.

Полезное ископаемое и порода поднимаются в клетях в вагонетках. В клетях груженные вагонетки вкатываются в клеть взамен порожних на нижней приемной площадке, а на верхней приемной площадке эти груженные вагонетки выкатываются из клетки и заменяются порожними. Лес, материалы и оборудование спускаются в клетях, либо в вагонетках, либо без вагонеток, помещаясь непосредственно в клетки. Кроме того, в клетях производится спуск-подъем людей.

Клети бывают одноэтажные и многоэтажные с расположением в каждом этаже клетки по одной или несколько вагонеток. Внешний вид клетки (двухэтажной) показан на фиг. 11.

Шахтостроем приняты в качестве типовых одноэтажные и двухэтажные клетки с размещением по одной вагонетке в этаже.

Типовые клетки приняты для стандартных угольных односторонних (фиг. 12) и двухсторонних (фиг. 13) вагонеток; характеристика этих вагонеток приводится в табл. 1.



Фиг. 11. Внешний вид двухэтажной обыкновенной клетки.

Таблица 1

Характеристика стандартных вагонеток

Тип вагонеток	Характер кузова	Емкость вагонетки, м³	Ширина колеи, мм	Вес вагонетки, кг
Односторонняя без тормоза (ОСТ-3712)	Сварной	1,10	600	725
	Клепанный	1,11	600	733
	Деревянный	0,97	600	760
Двухсторонняя без тормоза (ОСТ-3746)	Сварной	2,19	900	1140
	Клепанный	2,20	900	1150
	Деревянный	2,06	900	1165
Двухсторонняя с тормозом (ОСТ-3746)	Сварной	2,19	900	1170
	Клепанный	2,20	900	1195
	Деревянный	2,06	900	1180

Примечания: 1. Габаритные размеры вагонеток указаны на фиг. 12 и 13.

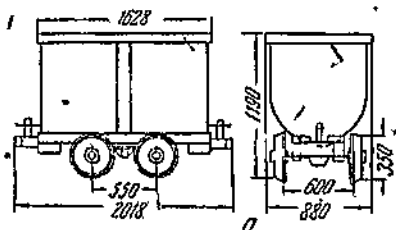
2. Диаметр колеса 350 мм; ширина обода 100 мм.

3. Вагонетки с роликовыми подшипниками.

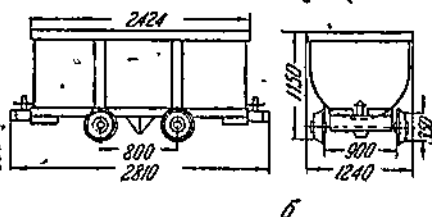
4. Сцепки у вагонеток предусмотрены вращающиеся и невращающиеся.

На фиг. 14 представлена типовая одноэтажная клеть для деревянных проводников на однотоновую вагонетку, а на фиг. 15 — двухэтажная клеть для металлических проводников с размещением в каждом этаже клетки по одной двухтонной вагонетке.

Клетки имеют лапы, охватывающие проводники. На полу клетки уложены рельсы для вагонеток. Вагонетки удерживаются в клетке при помощи стопорного устройства. Стопорное устройство удерживает вагонетки от выкатывания.



Фиг. 12. Стандартная угольная однотоновая вагонетка.



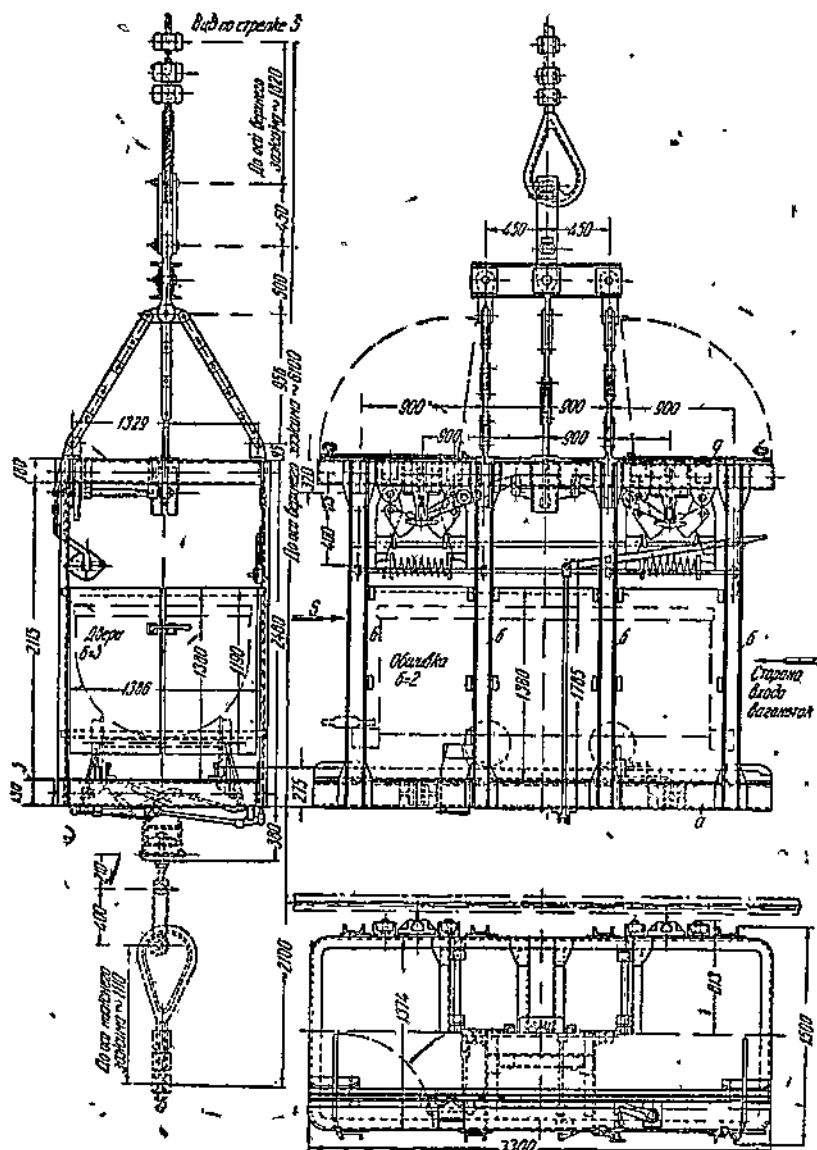
Фиг. 13. Стандартная угольная двухтонная вагонетка.

живает вагонетки выступающими кулачками, которые упираются в обода колес. В типовых клетях Шахтостроя стопорное устройство допускает вкатывание вагонеток с одной стороны клетки и выкатывание с другой. Стопорное устройство действует полуавтоматически, т. е. открывается при помощи рукоятки рабочим и закрывается автоматически под воздействием входящей в клетку вагонетки.

Крыша клетки имеет открывающиеся кверху створки, которые позволяют устанавливать в клетку длинные крепежные стойки и другие длинные предметы. В клетке по длинным сторонам имеются поручни для людей.

Таблица 2
Характеристика типовых обыкновенных клеток Шахтостроя

Тоннаж вагонеток	Число этажей клетки	Род проводников	Вес клетки с крепежным устройством для подвешивания каната, кг	Вес клетки с крепежным устройством для подвешивания каната и хвостового каната, кг	Полезная площадь пола клетки, м ²	Полная высота клетки с крепежным устройством для подвешивания каната до оси верхнего захвата, м
Однотоновые	1	Деревянные . . .	2140	2370	2,3	5,3
	1	Металлические . . .	2160	2390	2,3	5,3
	2	Деревянные . . .	3510	3780	4,6	8,0
	2	Металлические . . .	3450	3720	4,6	8,0
Двухтонные	1	Деревянные . . .	3310	3610	4,0	6,1
	1	Металлические . . .	3240	3540	4,0	6,1
	2	Деревянные . . .	5660	6100	8,0	8,9
	2	Металлические . . .	5520	5960	8,0	9,1

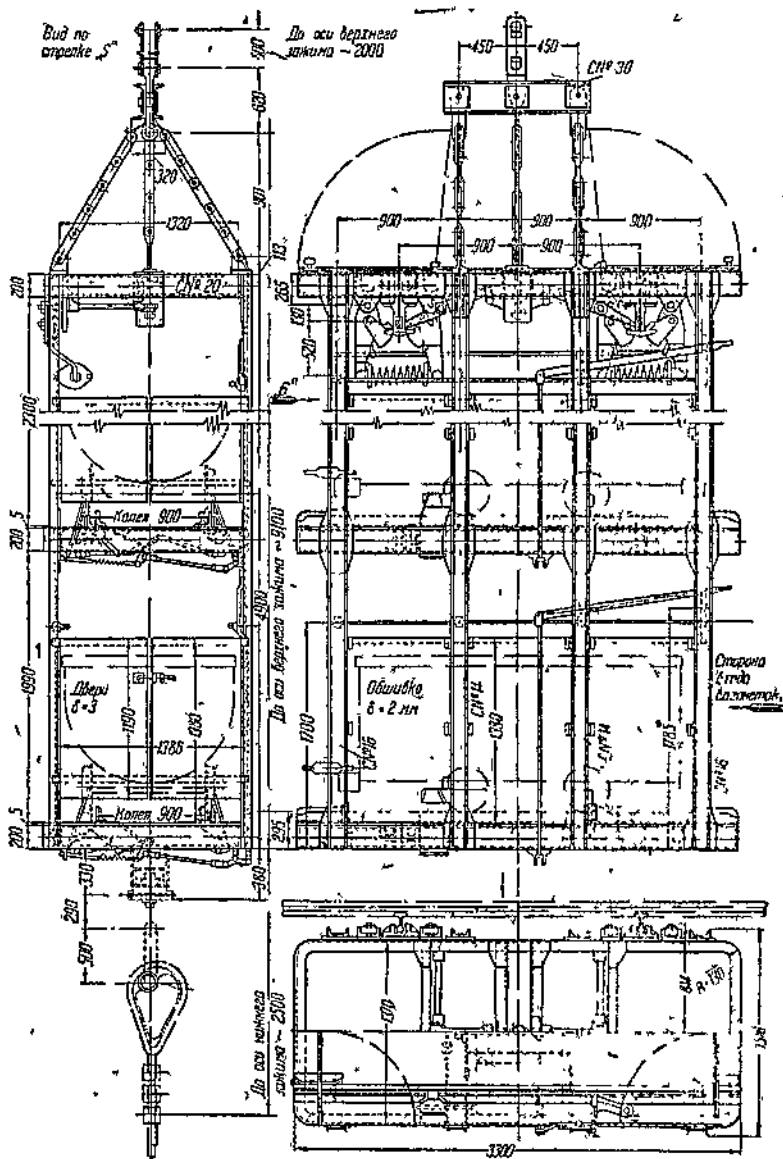


Фиг. 14. Типовая одноэтажная клеть на однодонную вагонетку.

При спуске-подъеме людей на торцевые стороны клетей навешивают дверцы. С точки зрения безопасности сделано так, что дверцы могут открываться только внутрь клетки, запоры же на дверцах установлены с их внешних сторон.

В табл. 2 приводятся основные данные по типовым обыкновенным клетям Шахтостроя.

«Правила безопасности» в отношении клетей предъявляют следующие требования.



Фиг. 15. Типовая двухэтажная клеть на двухтонную вагонетку.

1. Клеть, служащие для спуска и подъема людей, должны быть снабжены сплошными железными крышками с открывающимся лазом для аварийного прохода людей. Длинные стороны (бока) таких клеток должны обшиваться на полную высоту постоянными щитами из сплошного или продырявленного листового железа (перфорированного). Продырявленное железо не допускается в местах против проводников. С коротких сторон должны быть устроены ограждения, предупреждающие возможность вы-

падения людей из клетки. Высота ограждения должна быть не менее $\frac{2}{3}$ высоты клетки.

У всех клеток должен быть устроен сплошной-прочный пол.

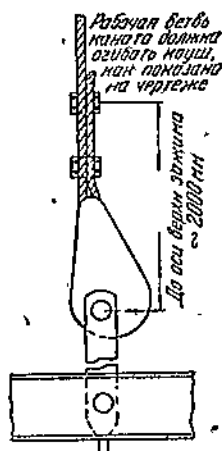
Клетки, служащие для спуска и подъема людей, должны быть снабжены по длинным сторонам поручнями (§ 68 «Пр. без.»).

2. Высота этажа клетки должна быть не менее 1,8 м. Верхний этаж клетки должен быть так устроен, чтобы от пола клетки до наинизшего положения той части, которая выдвигается в крыше клетки, было не менее 1,9 м (из § 69 «Пр. без.»).

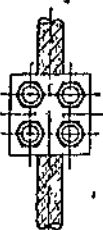
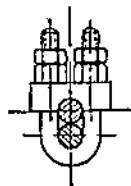
Прицепное устройство клетки

По «Правилам безопасности» соединение каната с клетью должно производиться посредством петли, образованной из его же конца. Загнутый вверх конец каната должен прикрепляться выше петли к телу самого же каната стальными хомутами (жимками).

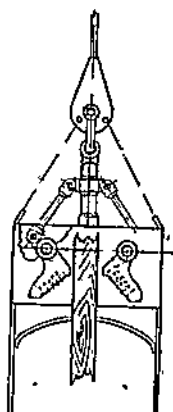
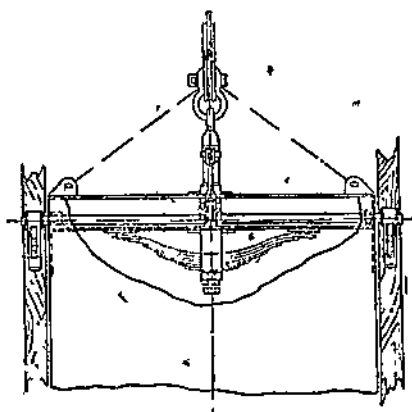
Петля каната должна огибать остро оттянутый кверху коуш, к которому клеть должна прикрепляться посредством серьги со стержнем и предохранительными цепями. Предохранительные цепи должны быть непо-



Фиг. 16. Соединение конца каната с коушом.



Фиг. 17. Жимок для закрепления петли каната.



Фиг. 18. Прицепное устройство клетки.

средственно и самостоятельно прикреплены к коушу и устроены таким образом, чтобы при разрыве серьги или стержня клеть повисла на цепях (§ 129 «Пр. без.»).

Воспрещается соединение каната с цепями клетки посредством

сваренного железного кольца. Цепи должны быть такой конструкции, чтобы звенья их не могли давать «жучков» (из § 131 «Пр. без.»).

Соединение конца подъемного каната с коушем показано на фиг. 16.

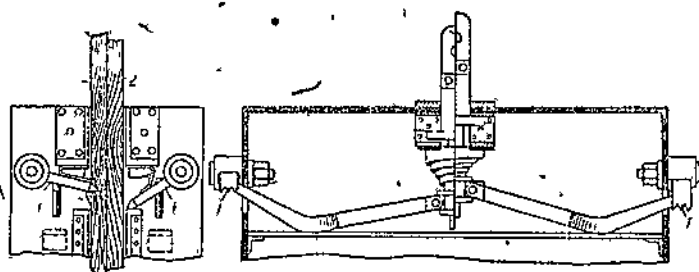
Жимок для закрепления петли каната показан на фиг. 17.

На фиг. 14 и 15 прицепное устройство клетей представлено в старом исполнении и не соответствует требованиям «Правил безопасности», так как предохранительные цепи не прикреплены непосредственно к коушу. На фиг. 18 показана новая конструкция прицепного устройства клетей, разработанная в соответствии с указанными выше требованиями «Правил безопасности».

Парашюты

Клеть, служащая для спуска и подъема людей, по «Правилам безопасности» должны быть снабжены парашютами (из § 70 «Пр. без.»)¹.

Парашютом называется предохранительное устройство, которое служит для остановки клетки в случае обрыва подъемного каната. Парашют клетки представляет механизм, имеющий захваты (кошки), которыми клеть при обрыве каната захватывает за проводники и удерживается в стволе шахты.



Фиг. 19. Парашют врезывания.

В парашютах различают: захваты (ловители, кошки), приводной механизм и источник энергии (сила пружины, вес клетки и др.).

По роду действия захватов на проводники парашюты можно разделить на три основные группы:

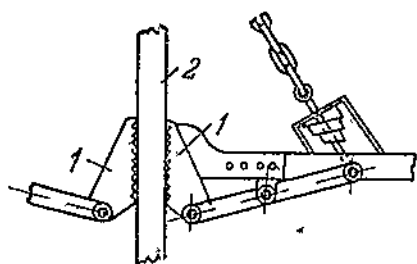
1) парашюты врезывания (фиг. 19), действующие врезыванием кошек 1—1 в проводники 2;

2) парашюты трения (фиг. 20), останавливающие клеть благодаря трению, возникающему между захватами 1—1 парашюта и проводниками 2;

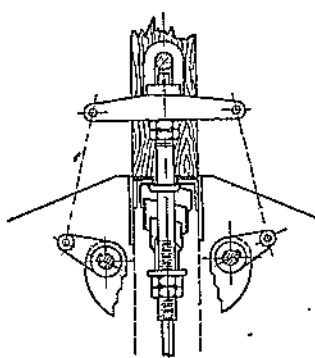
¹ При проходке шахт, взамен подъема и спуска людей бадьями, допускается применение подъема временными клетями на канатных направляющих без парашютных устройств. Срок работы временными клетями, а также скорости подъема и число одновременно поднимаемых людей должны быть согласованы с Государственной горно-технической инспекцией (§ 71 «Пр. без.»).

3) парашюты эксцентриковые (фиг. 21), действующие одновременно трением и врезыванием.

Парашюты врезывания применяются только при деревянных



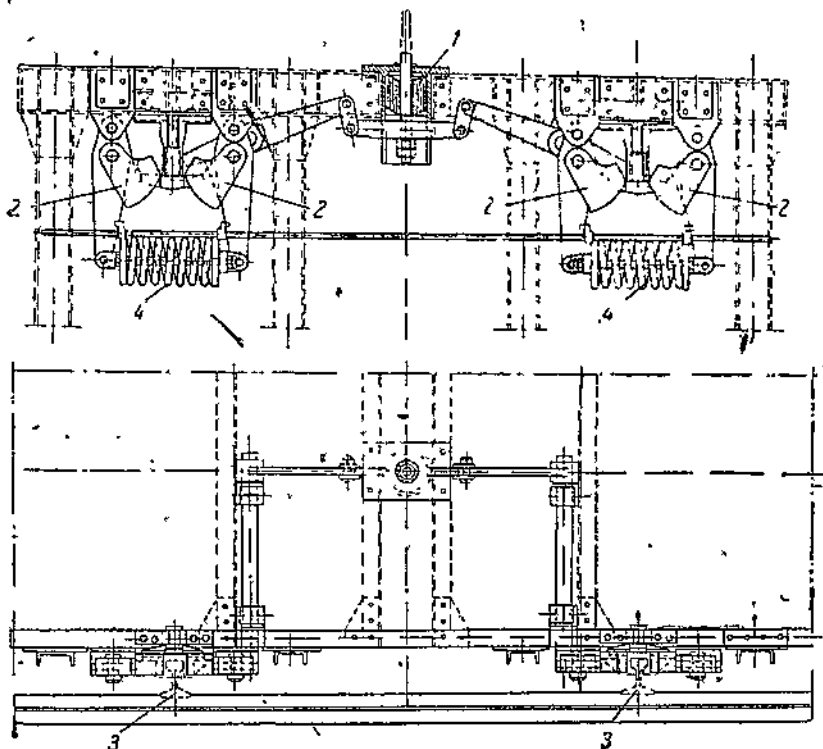
Фиг. 20. Парашют трения.



Фиг. 21. Эксцентриковый парашют.

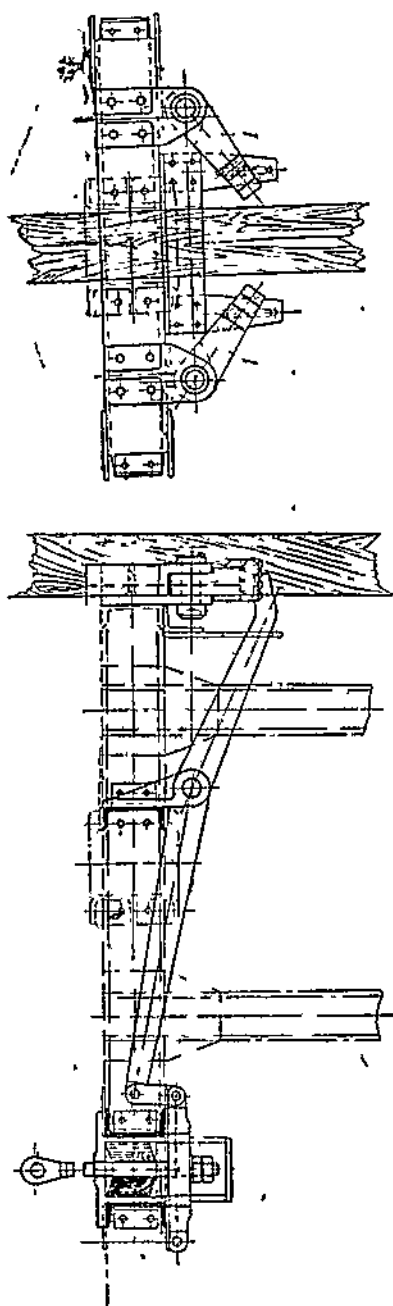
проводниках, а остальные — как при деревянных, так и при металлических проводниках.

Принцип действия трех перечисленных типов парашютов в общем сводится к тому, что натянутый подъемный канат при



Фиг. 22. Эксцентриковый парашют типовых клетей Шахтострой при рельсовых проводниках

подвешенной на нем, клетки держит пружину парашютного устройства под напряжением (в сжатом или, наоборот, в растянутом состоянии). В случае же обрыва подъемного каната пружина расправляется и при помощи системы рычагов подводит захваты (кошки) к проводникам, сообщая захватам начальное действие (заклинивание). Дальнейшее же захватывание проводников кошками происходит под действием веса самой клетки.



Фиг. 23. Парашют врезывания типовых клеток Шахтостроя при деревянных проводниках.

На фиг. 22 показан эксцентриковый парашют, принятый на типовых клетях Шахтостроя при металлических (рельсовых) проводниках, расположенных с боковой стороны клетки. Конструкция указанного парашюта состоит в следующем: вертикальная штанга клетки, соединенная при помощи прицепного устройства с подъемным канатом, держит при натянутом канате (через траверсу) буферную пружину 1 в сжатом состоянии. В случае обрыва каната пружина 1 разожмется и через систему рычагов прижмет кошки 2—2 к проводникам. При дальнейшем движении клетки вниз; кошки, имеющие эксцентриковую форму и зазубренную поверхность, будут стремиться повернуться и тем самым заклинивать клетку на проводниках 3. Пружина 4 не дает возможности производить резкое заклинивание клетки на проводниках; клетка будет плавно останавливаться за счет силы трения.

На фиг. 23 показан парашют врезывания, принятый на типовых клетях Шахтостроя при деревянных лобовых проводниках. В данном случае кошки 1—1 имеют вид ножей,

которые врезываются в деревянные проводники при обрыве каната.

К парашютам предъявляются следующие основные требования:

1) парашюты должны действовать автоматически при обрыве каната;

2) парашюты должны иметь возможность останавливать клеть при наиболее неблагоприятных условиях: при обрыве каната опускающейся с наибольшей скоростью груженной клетки;

3) парашюты должны действовать быстро, чтобы, особенно при обрыве каната опускающейся клетки, последняя не успела развить слишком большую скорость;

4) клеть под действием парашютов должна останавливаться плавно, чтобы не причинить увечий людям, находящимся в клетке;

5) парашюты должны иметь такую конструкцию, чтобы, в случае обрыва каната и зажатия кошками проводников, при повторном натягивании каната (которое может иметь место при захлестывании конца оборвавшегося каната за расстрел) кошки не разжимались;

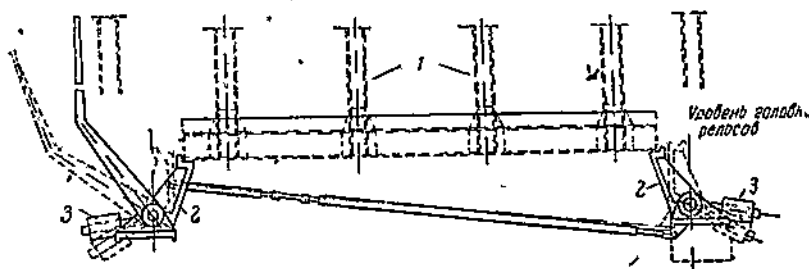
6) конструкция парашюта должна быть простой, надежной в работе и прочной.

Практика показала, что парашюты на деревянных проводниках действуют более надежно, чем на металлических.

Следует иметь в виду, что наличие парашютов у клетки ни в какой мере не должно вызывать ослабления надзора за подъемным канатом, так как существующие конструкции парашютов отнюдь не удовлетворяют всем перечисленным выше требованиям и не являются вполне совершенными.

Посадочные кулаки

Для установки клетки у приемной площадки так, чтобы уровень рельсовых путей в клетке и на приемной площадке совпадал (что важно для смены вагонеток), часто применяют посадочные кулаки.



Фиг. 24. Посадочные кулаки для клетки.

На фиг. 24 представлены типовые кулаки, принятые Шахто-строем.

При подходе клетки 1 к верхней приемной площадке ее поднимают немного выше кулаков 2—2, рукоятчик подставляет под клеть кулаки, и клеть становится на них своей нижней рамой.

При спуске клетки ее несколько приподнимают над кулаками, после чего кулаки под действием противовеса 3 повернутся в свое исходное положение и позволят клетке беспрепятственно пройти вниз.

Для каждой клетки устанавливается отдельное независимое кулачное устройство.

Кулаки устроены так, что в случае, если они будут выдвинуты, клетка при ее движении снизу вверх сможет сама их откинуть и свободно пройти.

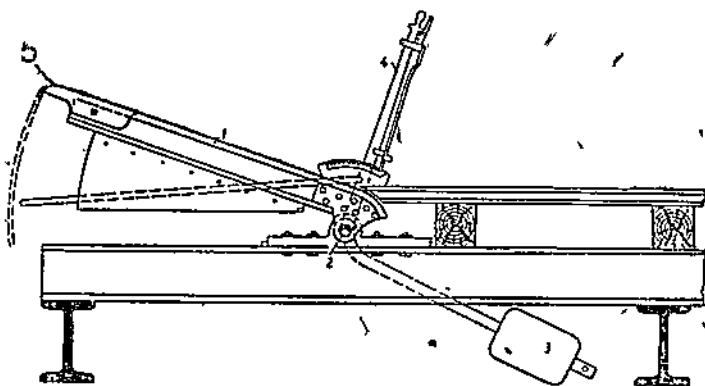
Правила безопасности в отношении установки кулаков ставят следующее требование:

«Воспрещается, как правило, применение кулаков на промежуточных горизонтах. В отдельных случаях допускается установка самоотбрасывающихся кулаков на промежуточных горизонтах. На дневных и нижних (конечных) приемных площадках установка кулаков допускается» (§ 80 «Пр. без.»).

Обычно на верхней приемной площадке при подъеме в обыкновенных клетях кулаки устанавливают при всех системах подъема, на нижней же приемной площадке устанавливают либо посадочные брусья, либо кулаки, либо качающиеся площадки.

Качающиеся площадки

На фиг. 25. представлена качающаяся площадка, при помощи которой происходит установка вагонеток в клетку. Качающаяся площадка представляет платформу 1 с рельсами, вращающуюся на оси 2. Благодаря противовесу 3 платформа 1 находится обычно в приподнятом положении; при остановке же у прием-

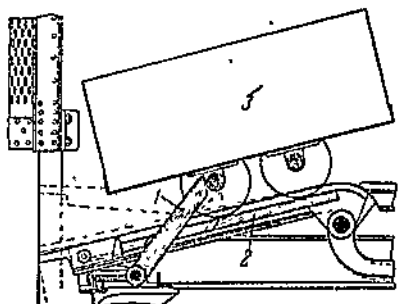


Фиг. 25. Качающаяся площадка.

ного горизонта клетки платформу качающейся площадки рукояткой 4 опускают так, что конец ее 5 ляжет на край пола клетки и, следовательно, по качающейся площадке можно будет производить движение и замену в клетке вагонеток. Концы 5 (усики) выступающих рельсов качающейся площадки сделаны поворачивающимися вниз для предохранения проходящей клетки: в случае, если площадка будет опущена, опускающаяся клетка заденет за

усики 5 и откинет их вниз, а поднимающаяся клеть просто приподнимет вверх самую площадку.

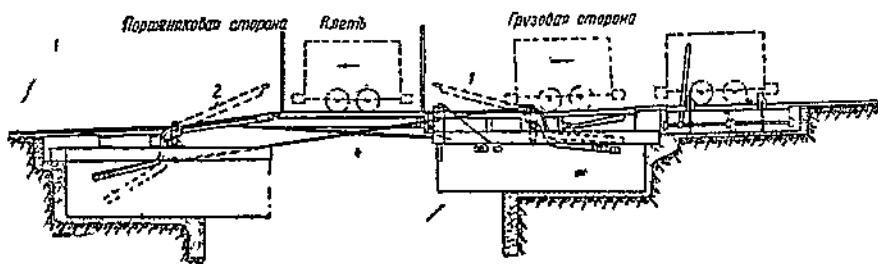
При отсутствии у приемного горизонта клетки качающаяся площадка должна быть приподнята и закреплена в этом положении либо при помощи собачки с пружиной, имеющих на рукоятке, либо при помощи другого приспособления, которое препятствовало бы опусканию платформы и связанному с этим случайному падению вагонетки в ствол шахты. Для устранения этой опасности применяют задерживающие кулачки 1 (фиг. 26), которые при значительном наклоне площадки 2, проходя через ее вырезы, упираются в ось вагонетки 3 и тем самым задерживают вагонетку от падения в ствол шахты.



Фиг. 26. Предохранительное устройство на качающейся площадке.

При двухстороннем рудничном дворе (фиг. 27) устанавливают качающиеся площадки по обе стороны клетки и связывают их между собой тягами так, чтобы при опускании площадки 1 накатываемой на нее вагонеткой одновременно опускалась бы и площадка 2 для выкатываемой из клетки вагонетки.

При качающихся площадках не требуется точной установки клетки на горизонте рудничного двора, которая вообще затруд-



Фиг. 27. Расположение качающихся площадок при двухстороннем рудничном дворе.

нительна в связи с удлинением каната во время его работы; качающиеся площадки допускают производить смену вагонеток при опущенной или приподнятой клетке относительно приемного горизонта на 15 см и даже более.

Качающиеся площадки применяют на рудничном дворе вместо кулаков или посадочных брусьев на нижнем горизонте, а также ставят их на промежуточных горизонтах.

Опыт эксплуатации показал, что качающиеся площадки с успехом применяются при односторонних вагонетках; при двухсторонних же вагонетках применение качающихся площадок вызывает ряд затруднений.

Устройства для разгрузки и загрузки клетей

Ручная разгрузка и загрузка вагонеток в клетки требует излишней затраты рабочей силы и вызывает относительно большие простои клетки у приемных площадок, поэтому такая загрузка клетей встречается только на старых шахтах.

На новых и реконструированных шахтах применяют для смены вагонеток в клетки самокатные уклоны или механические толкатели.

При применении самокатных уклонов путей вагонетка, входя самокатом в клеть, выталкивает стоящую там вагонетку. Загрузка вагонеток при помощи самокатных уклонов с применением дозирующих стопоров показана на фиг. 28.

На фиг. 29 показан механический толкатель в виде подвагонной цепи 1 с кулачками 2, которая приводится в движение электромотором; кулачки цепи упираются в ось вагонетки и вкатывают вагонетку в клеть, выталкивая ею вагонетку, стоящую в клетке.

На фиг. 30 показан механический толкатель с кулачком 1, который приводится в движение сжатым воздухом, поступающим в цилиндр 2.

При двустороннем рудничном дворе вкатывание в клеть груженых вагонеток производится с одной стороны клетки, а выкатывание порожних — с другой; в том же направлении происходит движение вагонеток в клетки и на верхней приемной площадке. Смену вагонеток в клетки можно производить как при помощи самокатных уклонов, так и механических толкателей.

При одностороннем рудничном дворе выкатывание из клетки порожних и вкатывание груженых вагонеток производится с одной и той же стороны клетки. Смену вагонеток в этом случае обычно производят вручную, что является существенным недостатком. Применяются односторонние рудничные дворы при вагонетках малой емкости, и встречаются они на шахтах небольшой производительности.

Предохранительные двери

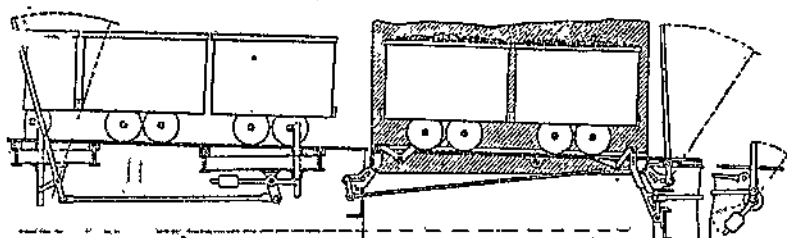
Для предохранения от падения в ствол шахты людей, а также каких-либо предметов, на всех приемных горизонтах у стволов шахт устанавливают предохранительные двери. Эти двери могут открываться вручную приемщиком (стволовым или рукоятчиком), или их открывает автоматически подошедшая к горизонту клеть.

На фиг. 31 показаны предохранительные двери, автоматически открываемые клетью; дверца 1 откатывается в сторону, освобождая путь в клеть.

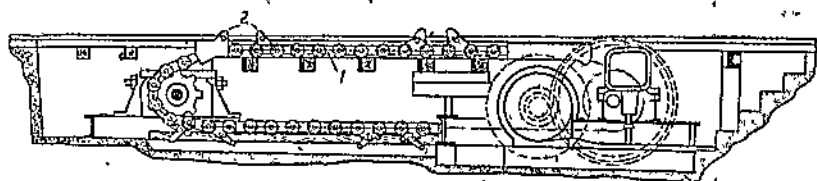
«Правила безопасности» при подъеме в клетях ставят следующие требования.

1. Площадь пола клетки на 1 чел. должна быть не менее 0,2 м².

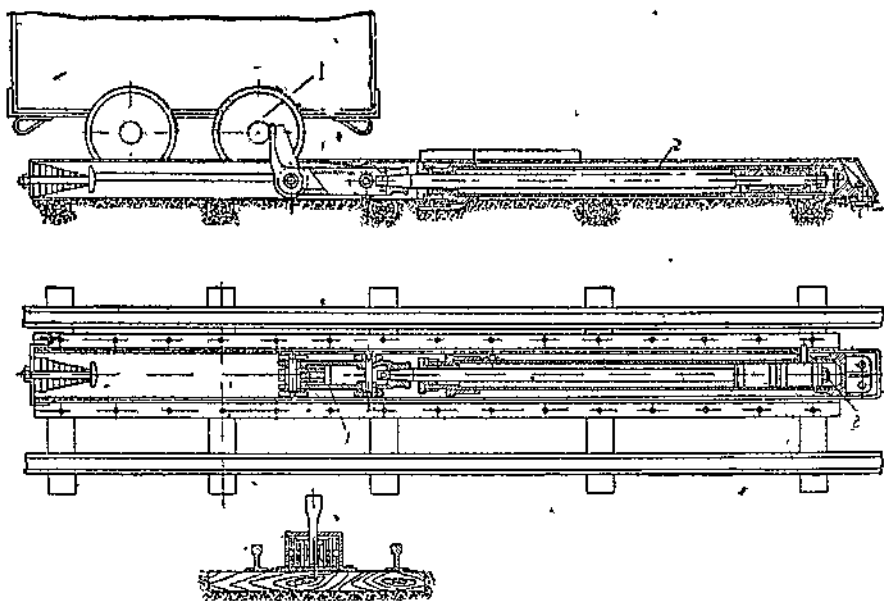
Число людей, помещаемых одновременно в каждом этаже клетки, должно быть обозначено в правилах внутреннего распо-



Фиг. 28. Самокатный уклон с дозирующими стопорами.



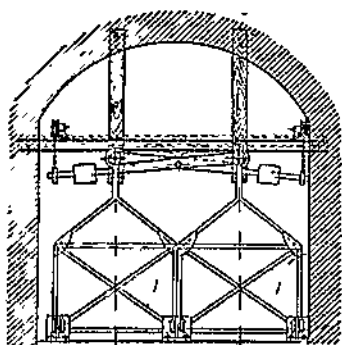
Фиг. 29. Цепной толкатель.



Фиг. 30. Пневматический толкатель.

рядка и в объявлении, вывешенном в надшахтном здании у клеток (из § 69 «Пр. без.»).

2. Воспрещается спуск и подъем людей в загруженных полностью или частично этажах клеток и с лошадьми (§ 78 «Пр. без.»).



Фиг. 31. Автоматические предохранительные двери.

3. Зумпф шахты должен иметь перекрытие, не допускающее погружения клетки в него (§ 81 «Пр. без.»).

4. Во время подъема и спуска людей у устья шахты и на рудничном дворе должны находиться приемщики (рукоятчики и ствольные). Приемщики должны следить за порядком при входе и выходе людей из клеток, соблюдать очередь поднимающихся и спускающихся, наблюдать за закрытием клеток и подавать сигналы.

Спускающиеся и поднимающиеся люди должны беспрекословно подчиняться требованиям приемщиков.

Приемщиками следует назначать опытных лиц, прошедших специальный инструктаж.

Воспрещается посадка и выход людей из клетки после сигналов (§ 86 «Пр. без.»).

5. Приемщики должны находиться на той стороне клетки, с которой люди входят в клетку или выходят из нее. Если посадка производится с обеих сторон клетки, то приемщики должны находиться на каждой стороне клетки (из § 93 «Пр. без.»).

Область применения, преимущества и недостатки подъема в обыкновенных клетях

Производительность подъема в обыкновенных клетях ограничивается емкостью вагонеток, поднимаемых в клетку. Применение вагонетки большой емкости встречает затруднения при загрузке и разгрузке их в клетку и откатывании на приемных площадках. Размещение нескольких вагонеток в одном этаже клетки увеличивает сечение шахты, применение же многоэтажных клеток увеличивает излишние потери времени на разгрузку каждого этажа клетки и связанного с этим маневрирования клетью. Поэтому клетевой подъем применяется при шахтах небольшой производительности.

Положительными сторонами подъема в обыкновенных клетях являются:

1) меньшее количество перегрузок полезного ископаемого (перегрузки являются нежелательными для антрацита и бурых углей, так как вызывают измельчение угля, понижающее его качество);

2) вагонетки, выдаваемые клетью на дневную поверхность, могут быть хорошо осмотрены, отремонтированы и смазаны;

3) спуск-подъем людей в шахту совершается более безопасно, чем в прочих подъемных сосудах;

4) спуск в шахту различных материалов и особенно громоздких частей механического оборудования в клетях проще и легче;

5) возможность легкого разделения выдаваемого полезного ископаемого по сортам.

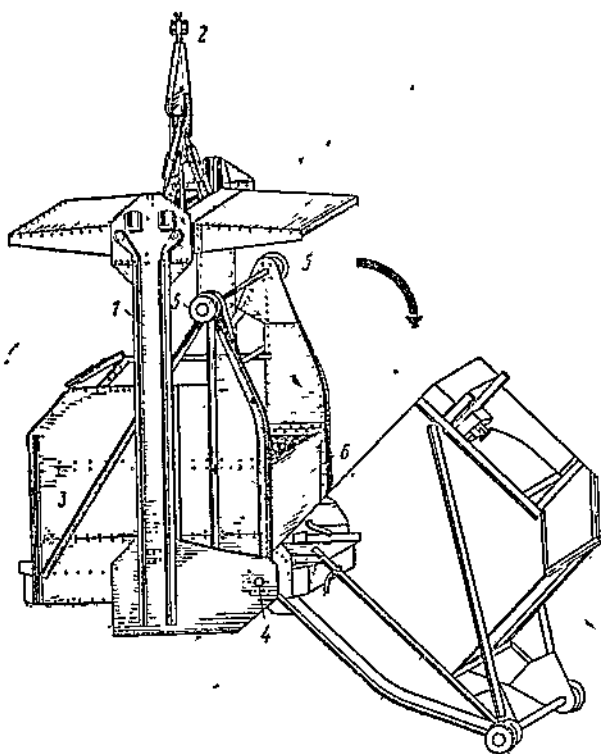
Недостатками же являются:

1) относительно большой мертвый вес концевой нагрузки каната (вес клетки плюс вес вагонетки);

2) необходимость откатки вагонеток по эстакаде к бункерам;

§ 7. ПОДЪЕМ В ОПРОКИДНЫХ КЛЕТЯХ

Опрокидная клеть (фиг. 32) состоит из рамы 1, подвешенной к подъемному канату 2, и платформы 3, помещенной в раме и соединенной с нею внизу при помощи шарнира 4. Рама клетки

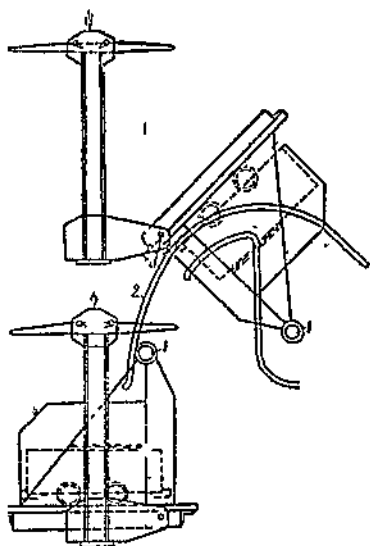


Фиг. 32. Внешний вид опрокидной клетки с углом поворота платформы на 135° .

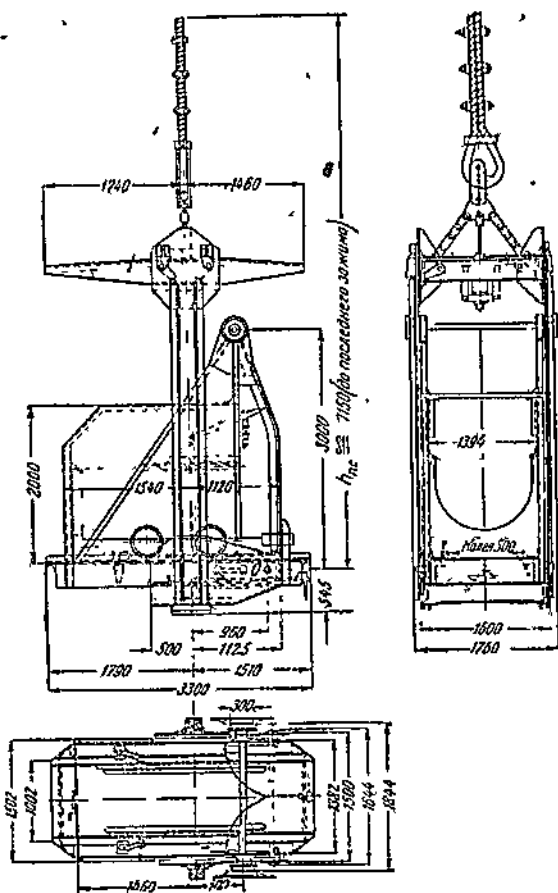
имеет лапы, охватывающие проводники, и движется вертикально по проводникам; платформа же клетки, находясь при движении в стволе шахты в горизонтальном положении, при подходе клетки на поверхности к бункеру входит своими роликами 5—5 в разгрузочные направляющие, укрепленные на копре, и поворачи-

вается. Вагонетка 6, закрепленная на платформе 3 клетки при помощи стопорного приспособления, опрокидывается вместе с платформой клетей, и полезное ископаемое высыпается из вагонетки непосредственно в бункер.

Следовательно, характерной особенностью опрокидных клетей по принципу их работы, в отличие от обыкновенных клетей, является то, что на верхней приемной площадке вагонетки из клетки не выкачиваются, а разгружаются путем опрокидывания клетки. На нижней приемной площадке у рудничного двора опрокидная клеть загружается вагонетками так же, как и обыкновенная клеть.



Фиг. 33. Схема разгрузки опрокидной на 135° клетки.



Фиг. 34. Типовая опрокидная на 135° клеть на двухтоновую стандартную вагонетку.

Существуют два типа опрокидных клетей: 1) с поворачивающейся на 135° платформой в период разгрузки и 2) с наклоняющейся на 45° платформой в период разгрузки.

Опрокидные клетки выполняются одноэтажными на одну вагонетку.

Опрокидная клеть с поворачивающейся на 135° платформой применяется для обыкновенных вагонеток с глухим кузовом. Внешний вид такой клетки представлен на фиг. 32.

На фиг. 33 показан процесс разгрузки опрокидной на 135° клетки: внизу момент подхода ролика 1 клетки к разгрузочным на-

правляющим 2 и сверху — положение клетки в нормальном состоянии разгрузки.

Типовая опрокидная на 135° клеть для двухтонной вагонетки, разработанная Шахтостроем, приведена на фиг. 34; характеристику опрокидных клеток Шахтостроя см. в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика опрокидных на 135° клеток, принятых Шахтостроем

Тоннаж вагонеток, т	Род проводников	Полный вес клетки с прицепным устройством для подъёмного каната, кг	Вес опрокидной части клетки, кг	Вес опрокидной части клетки, кг	Вес прицепного устройства для нижнего подъёмного каната, кг	Полезная площадь пола клетки, м ²	Полная высота клетки с прицепным устройством для подъёмного каната до оси верхнего зажима, мм	Высота опрокидывания (путь основной рамы) при нормальном повороте платформы на 135° , м
1 ¹	Металлические . . .	4000	1800	2200	—	2,4	7130	4,7
2	Деревянные . . .	5875	2775	3100	400	3,4	7675	5,8
2	Металлические . . .	6275	2775	3500	400	3,4	7675	5,8

¹ Данные для клетки на однотонную вагонетку ориентировочные.

Опрокидная клетка с наклоняющейся на 45° платформой требует применения вагонеток с откидной лобовой стенкой. В то время, когда платформа клетки при разгрузке наклоняется на 45° , лобовая стенка вагонетки крючками задевает за упорное приспособление на копре и приподнимается. При наклоненной на 45° вагонетке с приподнятой лобовой стенкой полезное ископаемое будет высыпаться из вагонетки в бункер.

На фиг. 35 представлен внешний вид опрокидной клетки с платформой, наклоняющейся на 45° в период разгрузки; платформа клетки имеет внизу шарнирное соединение с рамой и показана в наклоненном положении.

На фиг. 36 показана опрокидная на 45° клетка; платформа 1 этой клетки внизу вместо шарнира имеет зубчатый сектор 2, который при наклонении платформы перекачивается по зубчатой рейке 3, прикрепленной к раме 4 клетки. Внизу чертежа показана клетка в момент входа ролика 5 в разгрузочные направляющие 6, а сверху — положение клетки с наклоненной платформой в момент разгрузки.

Опрокидными клетками можно выполнять те же функции подъема, что и обыкновенными клетками.

По «Правилам безопасности» спуск и подъем людей в опрокидных клетках разрешается при наличии приспособлений, гарантирующих невозможность опрокидывания людей в бункер и при движении по стволу (из § 76 «Пр. без.»).

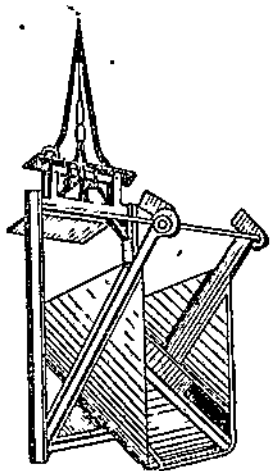
При опрокидных клетках верхнюю приемную площадку для посадки людей располагают ниже разгрузочных кривых (обычно посадку людей производят на горизонте устья шахты). В этом случае для нормальной работы обеими клетками делают перестав-

новку барабанов так, чтобы обе клетки были установлены у приемных площадок, или же внизу устраивают специальную посадочную площадку для людей, располагая ее выше уровня рудничного двора.

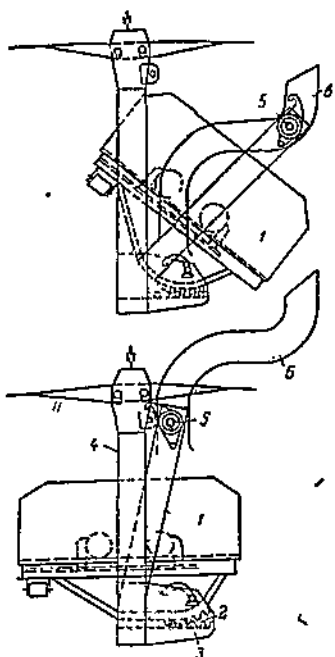
Порода выдается в опрокидных клетях на горизонт устья шахты, где груженная породой вагонетка выкатывается из клетки. Иногда породу подают, так же как и уголь, в бункер, который имеет отделение для породы, перекрываемое заслонкой.

Опрокидные клетки оборудуются парашютами.

Все требования «Правил безопасности», указанные в разделе подъема обыкновенными клетями, относятся и к подъему в опрокидных клетях. По сравнению



Фиг. 35. Внешний вид опрокидной клетки с наклоняющейся на 45° платформой.



Фиг. 36. Схема разгрузки опрокидной клетки с наклоняющейся на 45° платформой.

с подъемом в обыкновенных клетях подъем опрокидными клетями имеет следующие преимущества:

- 1) полная автоматичность разгрузки угля;
- 2) отсутствие на поверхности опрокидов для вагонеток, отсутствие откатки в надшахтном здании и связанных с нею расходов;
- 3) более простое и дешевое оборудование поверхности;
- 4) сокращение вагонного парка, так как вагонетки на поверхности не требуются.

Относительными же недостатками подъема в опрокидных клетях следует считать:

- 1) более сложную конструкцию клетки;
- 2) мертвый вес опрокидной клетки больше, что увеличивает массивность всей подъемной установки;
- 3) мертвые веса нагрузок, подвешенных на концах подъемных

канатов (мертвый вес клетки и вагонетки), при положении верхней клетки в разгрузочном состоянии, не уравнивают друг друга, так как опрокинутая вместе с вагонеткой платформа клетки часть мертвого веса передает через разгрузочные направляющие на копер; это вызывает увеличение пускового момента, преодолеваемого двигателем;

4) мощность подъемного двигателя при опрокидных клетях увеличивается;

5) более затруднительная выдача угля по сортам;

6) высота копра требуется несколько больше;

7) возможность применения только одного этажа клетки.

Опрокидные на 135° клетки, по сравнению с опрокидными же на 45° клетями, имеют преимущество в том, что они не требуют применения вагонеток с откидной лобовой стенкой, которые имеют ряд эксплуатационных недочетов. Относительными недостатками являются: большая величина неуравновешенности мертвых весов концевых нагрузок и большой ход рамы клетки в период ее разгрузки, что требует большей высоты копра.

§ 8. ПОДЪЕМ В СКИПАХ

Скип представляет сосуд, имеющий форму ящика, который помещен в раме, подвешенной при помощи коуша к подъемному канату.

Внизу скипы загружаются из подземного бункера при помощи специального загрузочного устройства (см. фиг. 4), а сверху скипы автоматически разгружаются в бункер, расположенный на поверхности.

Скипы служат для выдачи полезного ископаемого, а также используются иногда и для выдачи породы (в этом случае бункеры имеют два отделения: для угля и для породы, которые перекрываются перекидной заслонкой).

Спуск и подъем людей в скипах по «Правилам безопасности» запрещен за исключением случаев осмотра и ремонта ствола и аварии (§ 76 «Пр. без.»). В связи с этим при главном подъеме, оборудованном скипами, необходимо иметь дополнительно клетевой подъем, который служит для выполнения вспомогательных функций по спуску-подъему людей, материалов и оборудования, выдаче породы и спуску леса.

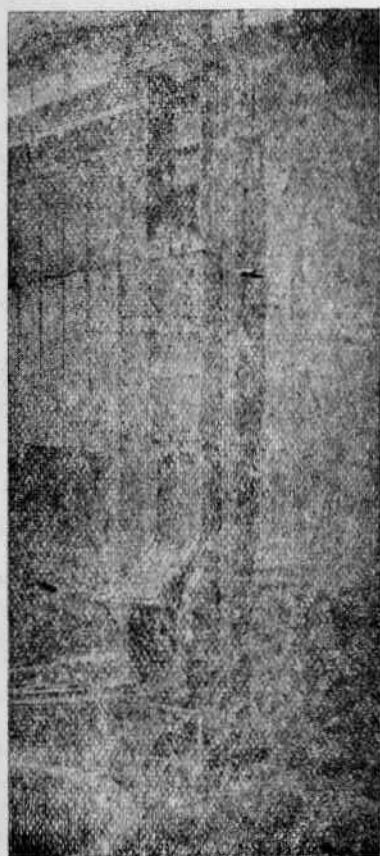
Так как в скипах не производят спуск-подъем людей, то оборудование скипов парашютами необязательно.

По способу разгрузки скипов их разделяют на две группы: 1) опрокидные скипы (леплеевский тип) и 2) опрокидные скипы (кимберлеевский тип).

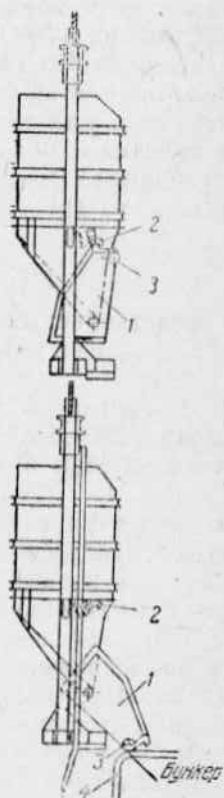
Неопрокидные скипы

Неопрокидные скипы в свою очередь по способу разгрузки разделяются на: 1) скипы с нижней боковой разгрузкой без отклонения кузова и 2) скипы с донной разгрузкой и с отклонением кузова в период разгрузки.

На фиг. 37 показан внешний вид скипа с нижней боковой разгрузкой без отклонения кузова. Призматический кузов этого скипа жестко связан с рамой. Дно кузова сделано наклонным к передней стенке. Нижняя часть передней стенки кузова скипа при помощи шарнирного механизма при разгрузке откидывается, превращаясь одновременно в лоток, по которому полезное ископаемое высыпается из скипа в бункер.



Фиг. 37. Внешний вид скипа с нижней боковой разгрузкой.



Фиг. 38. Типовой скип с нижней боковой разгрузкой.

Конструкция типового скипа с нижней боковой разгрузкой, принятая Шахтостроем, представлена на фиг. 38. У типового скипа откидная стенка 1 имеет внизу шарнирное соединение с кузовом и удерживается в вертикальном (закрытом) положении при помощи крюка 2. При подходе скипа к месту разгрузки ролики 3 откидной части стенки кузова входят в направляющие 4, укрепленные на копре; крюк при помощи отжимающего его уголка, укрепленного на копре, приподнимается, и стенка 1 открывается. На фиг. 38 вверху скип показан с закрытым затвором,

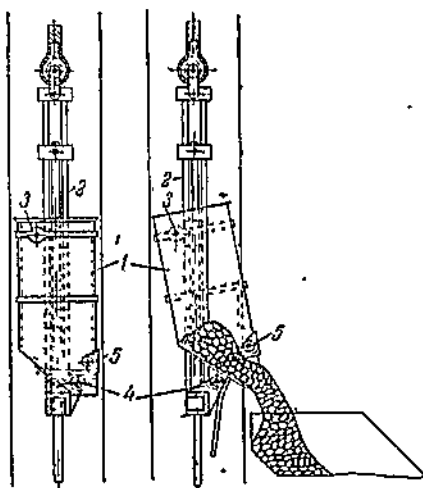
а внизу — в положении разгрузки. Характеристика типовых скипов с нижней боковой разгрузкой, принятых Шахтостроем, приведена в табл. 4.

Таблица 4

Характеристика типовых скипов с нижней боковой разгрузкой

Тоннаж скипа, т	Собственный вес скипа с прицепным устройством для подъема каната, кг		Полная высота скипа с прицепным устройством для подъема каната до оси верхнего зажима каната, мм	Высота подъема рамы скипа от момента входа роликов затвора в разгрузочные направляющие до поразительного положения скипа при разгрузке, мм	Вертикальное расстояние от крошки бункера до оси верхнего зажима каната при нахождении скипа в положении разгрузки, мм
	клепаного	сварного			
3	—	3 100	8 400	4 800	8 540
4	4 200	3 800	8 330	5 230	8 525
6	5 200	4 500	9 230	5 230	9 425
8	6 300	5 400	10 225	5 230	10 420

Скип с разгрузкой через дно и с отклонением кузова в период разгрузки приведен на фиг. 39. Слева скип показан до разгрузки и справа — в положении разгрузки. Сосуд 1 такого скипа подвешен к раме 2 на шарнире 3, расположенном в верхней части кузова и несколько смещенном в сторону от центра тяжести сосуда. Кузов скипа имеет откидное днище, которое удерживается в закрытом состоянии опорными роликами 4, расположенными на нижней части рамы. Внизу кузова укреплены по бокам ролики 5. При подходе скипа к месту разгрузки ролики 5 входят в разгрузочные направляющие, укрепленные на копре, и кузов скипа нижней своей частью отводится из рамы в сторону бункера; днище скипа сходит с опорных роликов 4, открывается, и полезное ископаемое высыпается из скипа в бункер. Характеристика типовых скипов Шахтостроя с разгрузкой через дно приведена в табл. 5.



Фиг. 39. Скип с разгрузкой через дно и с отклонением кузова в период разгрузки.

Преимуществом скипов с разгрузкой через дно по сравнению со скипами с нижней боковой разгрузкой является более надежная конструкция затвора, а также меньшая высота подъема рамы скипа в период разгрузки, что требует меньшей высоты копра. Относительным же недостатком является больший собственный вес скипа и значительные нагрузки, передаваемые ски-

Характеристика типовых скипов с разгрузкой через дно

Тоннаж скипа, т	Собственный вес скипа с прицепным устройством для подъемного каната, кг		Полная высота скипа с прицепным устройством для подъемного каната до оси верхнего зажима каната, мм	Высота подъема рамы скипа от момента входа ролика зазора в разгрузочные направляющие до нормального положения скипа при разгрузке, мм	Вертикальное расстояние от крошки бункера до оси верхнего зажима каната при подходе скипа в положение разгрузки, мм
	клепанного	сварного			
3	—	3 710	6 500	2 030	6 700
4	4 400	4 100	6 465	2 150	6 595
6	5 400	4 900	7 590	2 330	7 925
8	7 900	6 900	8 025	2 450	8 425

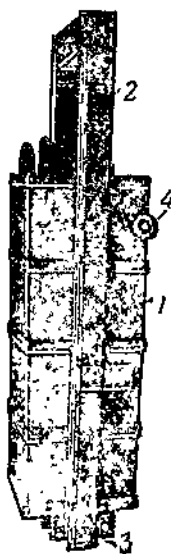
пом на разгрузочные направляющие и на копер при отклонении кузова скипа в период разгрузки.

Скипы с нижней боковой разгрузкой приняты Шахтостроям для угля, а с донной разгрузкой — для антрацита. Последние с успехом могут быть использованы и для угля.

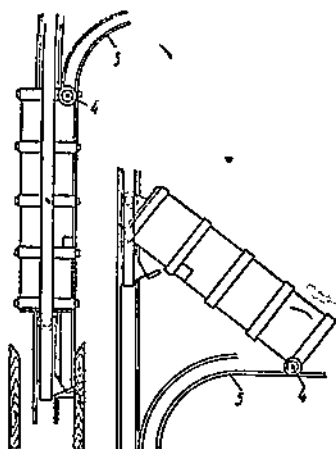
Опрокидные скипы

Разгрузка опрокидного скипа происходит через верх сосуда путем его опрокидывания. Внешний вид опрокидного скипа показан на фиг. 40.

Сосуд 1 опрокидного скипа стоит на раме 2 и соединен с рамой внизу при помощи шарнира 3. С боков на верхней



Фиг. 40. Внешний вид опрокидного скипа.



Фиг. 41. Схема разгрузки опрокидного скипа.

части кузова скипа укреплены ролики 4. Скип при подходе к месту разгрузки входит своими роликами в направляющие, укрепленные на копре; в этом случае сосуд скипа опрокинется, и полезное ископаемое высыпется в бункер.

Процесс разгрузки опрокидного скипа представлен на фиг. 41; слева показан скип в момент подхода ролика 4 скипа к разгрузочным направляющим 5, а справа — скип в нормальном положении разгрузки.

Во избежание самоопрокидывания сосуда скипа во время движения в стволе шахты, при скипах с высоким кузовом принимают запорные приспособления, автоматически открывающиеся в момент входа ролика скипа в разгрузочные направляющие.

Опрокидные скипы по сравнению с неопрокидными имеют более простую, а следовательно и более надежную конструкцию, что является их преимуществом. Относительными же недостатками опрокидных скипов следует считать:

1) больший путь движения рамы скипа в период разгрузки, что требует большей высоты копра;

2) наличие неуравновешенности мертвых весов скипов при разгрузке, так как верхний опрокинутый скип часть своего веса передает через разгрузочные направляющие на копер и, следовательно, не уравнивает полностью нижний скип;

3) значительные усилия, передаваемые скипом при разгрузке на разгрузочные направляющие копра.

На основании указанного Шахтостроем приняты для угля в качестве типовых неопрокидные скипы. Опрокидные же скипы получили применение главным образом в рудной промышленности.

Разгрузочные устройства для скипов

Разгрузочным устройством для скипов служат направляющие, укрепляемые на копре, в которые скип входит во время разгрузки своими роликами, помещенными на кузове. Форма разгрузочных направляющих зависит от конструкции скипа.

В качестве примера на фиг. 42 показаны разгрузочные направляющие для опрокидного скипа. Разгрузочные направляющие делают из уголкового железа, которое приклепывают или приваривают к железным листам, укрепляемым на копре.

Загрузочные устройства для скипов

При скиповом подъеме полезное ископаемое из вагонеток при помощи опрокидов, установленных в рудничном дворе, высыпается в подземный бункер.

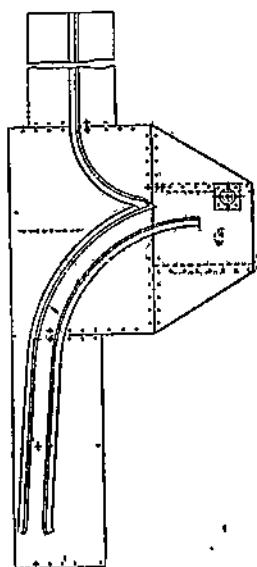
Скип внизу останавливается под лотком бункера и загружается полезным ископаемым, выпускаемым из бункера.

Подземные бункеры для загрузки скипов делают емкостью: 1) большей, чем емкость скипов (бункеры с запасом) и 2) равной емкости скипов (бункеры без запаса).

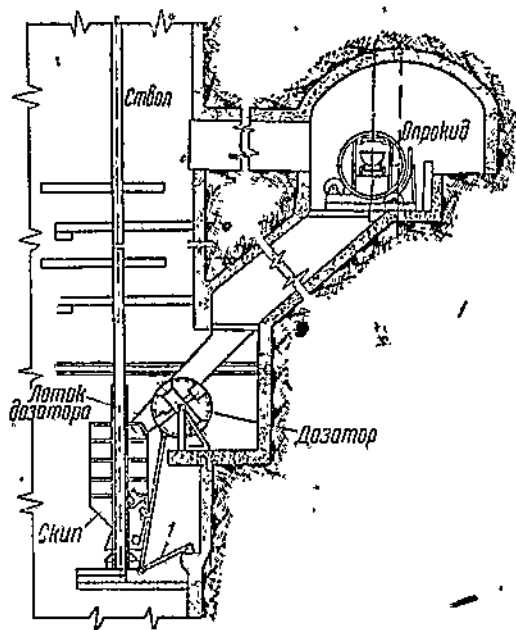
Первый тип бункера делается с 1—1,5-часовым запасом угля и имеет положительную сторону, заключающуюся в том, что неравномерность поступления в рудничный двор груженых вагонеток не так сильно отражается на производительности подъема. Однако такой бункер может применяться для выдачи только одного сорта угля, причем — для углей, дробление которых не имеет значения.

Чтобы количество выпускаемого из бункера в скип угля соответствовало емкости скипа, применяют дозирующее устройство.

Бункер большой емкости с дозирующим устройством для загрузки скипа показан на фиг. 43. Скип, подходя к лотку бункера, надавливает своим весом на рычаг 1, который при помощи системы тяг поворачивает дозатор вместе с лотком. Уголь из бункера по лотку дозатора поступает в скип до тех пор, пока скип полностью не загрузится; дальнейшее поступление угля из лотка



Фиг. 42. Разгрузочная направляющая для опрокидного скипа.



Фиг. 43. Устройство для загрузки скипа из бункера с запасом.

станет невозможным, вследствие образовавшегося в скипе под лотком угольного конуса.

Загруженный углем скип, поднимаясь вверх, приподнимет лоток и закроет выход угля из бункера. Работа дозатора показана на фиг. 44.

Второй тип бункера (без запаса) применяется для углей, не допускающих излишнего дробления (антрацита или газовых углей), а также при выдаче двух сортов углей. Дозировка скипов при таких бункерах осуществляется вагонетками—емкость скипа должна быть кратна емкости вагонетки. Бункер без запаса показан на фиг. 45.

Преимущества и недостатки скипового подъема

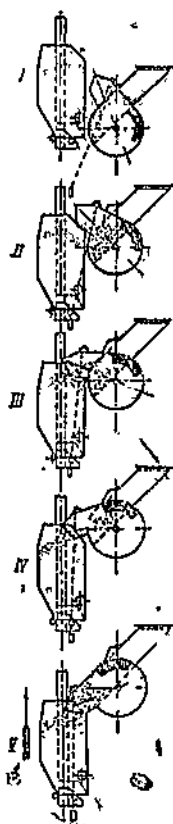
Скиповой подъем, по сравнению с клетьевым, имеет следующие преимущества:

1) значительная большая возможная производительность подъема;

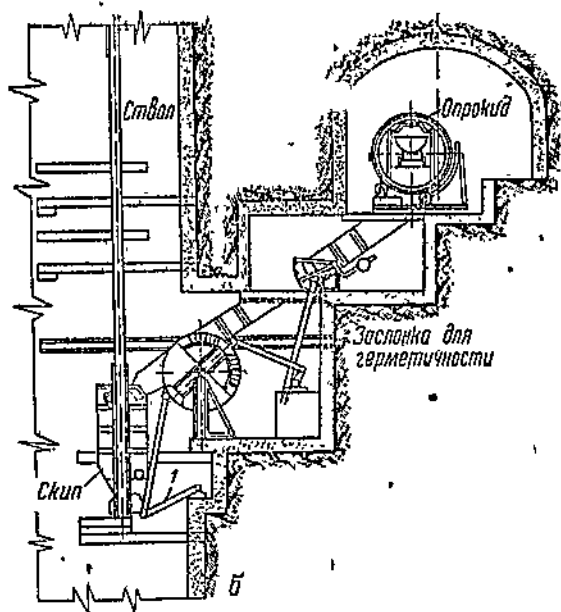
2) меньшее сечение шахты, так как скип занимает меньшую площадь, чем клеть;

3) независимость в некоторой степени работы подъема от откатки, в особенности при бункерах большой емкости; указанное дает возможность применять для откатки большегрузные вагонетки, так как размер их не влияет при скиповом подъеме на принимаемое сечение ствола шахты;

4) требуется меньший вагонный парк, так как вагонетки при подъеме не требуются; кроме того, самые вагонетки работают в лучших условиях,



Фиг. 44. Работа до затора.



Фиг. 45. Устройство для загрузки скипа из бункера без запаса.

не испытывая ударов, неизбежных при загрузке и разгрузке клеток;

5) более совершенная механизация загрузки и разгрузки скипа, что сокращает паузу между подъемами и приводит к лучшему использованию подъемной установки;

6) меньшее соотношение мертвого веса концевой нагрузки каната к полезно-поднимаемому грузу, что уменьшает диаметр каната, размеры барабанов и т. д.; массы, участвующие в движении, будут меньше, что приведет к меньшей потребной мощности подъемного двигателя и даст экономию в расходе энергии;

7) при заданной производительности подъема, благодаря большей емкости скипа, представляется возможным работать с меньшими скоростями и ускорениями;

- 8) возможность полной автоматизации подъема;
- 9) простое оборудование поверхности;
- 10) меньшая стоимость надшахтного здания, канатов, шкивов и т. д.

Сравнительными же недостатками скипового подъема являются:

1) необходимость установки второго подъема, оборудованного клетями, для спуска-подъема людей, материалов и оборудования, что требует дополнительных капитальных затрат и эксплуатационных расходов;

2) дополнительные затраты на проходку подземных бункеров и на их оборудование;

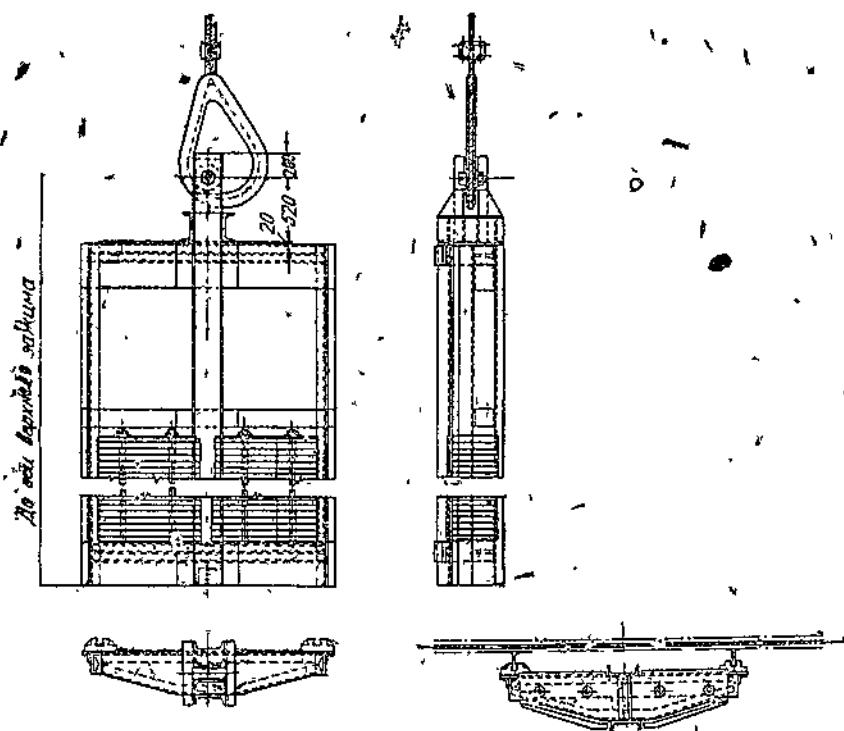
3) дополнительное измельчение полезного ископаемого при его перегрузке в бункер и далее в скип и

4) затруднительная выдача полезного ископаемого по сортам.

В связи с указанными положительными и отрицательными сторонами скиповой подъем получил широкую область применения при шахтах большой производительности.

§ 9. ПОДЪЕМ ОДНОЙ КЛЕТЬЮ С ПРОТИВОВЕСОМ

При одноклетевом подъеме с противовесом на одном подъемном канате подвешивается клеть, а на втором канате — противовес, который, так же как и клеть, перемещается в стволе



Фиг. 46. Противовес.

шахты по проводникам. Назначение противовеса — уравновешивание клетки и частично груза, поднимаемого в клет.

Противовес (фиг. 46) представляет металлическую раму, заполненную грузами и подвешенную при помощи коуша к подъемному канату. Рама противовеса снабжена лапами, охватывающими проводники.

Производительность подъема одной клетью с противовесом, при одинаковой скорости, примерно в два раза меньше производительности двухклетьевого подъема. Положительной стороной одноклетьевого подъема с противовесом является то, что он занимает сравнительно мало места в стволе шахты.

Подъем одной клетью с противовесом получил широкое распространение в качестве вспомогательного подъема, особенно при размещении в одном стволе шахты двух подъемов: главного — скипового и вспомогательного — клетьевого. Такое размещение подъемных сосудов в стволе шахты для скипового подъема и одноклетьевого с противовесом показано на фиг. 47.

К одноклетьевому подъему с противовесом относятся все пункты «Правил безопасности», рассмотренные нами в разделе подъема обыкновенными клетями.

Кроме того, «Правила безопасности» в отношении одноклетевых подъемов с противовесом ставят еще следующие требования:

1. Воспрещается применение в эксплуатационных шахтах одноклетевых подъемов без противовеса для спуска и подъема людей (§ 72 «Пр. без.»).

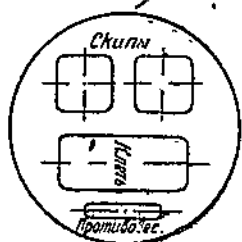
2. Применение подъемов с одной клетью и противовесом для подъема и спуска людей и грузов в шахтах допускается наравне с применением двухклетевых подъемов при всех системах подъема как с постоянным, так и с переменным радиусом намотки при соблюдении следующих требований:

а) подъемный канат противовеса должен быть одинаковым с подъемным канатом клетки, и к нему в отношении надзора и испытания должны предъявляться те же требования, что и к канату клетки;

б) вес противовеса для установок, предназначенных исключительно для подъема и спуска людей, должен быть равен весу клетки плюс половина веса максимального числа людей, помещающихся в клет, а для грузо-людских установок должен быть не менее этого веса (§ 73 «Пр. без.»).

При одноклетевом подъеме с противовесом, служащим для спуска-подъема груза и людей, вес нормально помещаемого в клет груза обычно больше веса людей. В таком случае вес противовеса принимают равным весу клетки плюс половина веса нормального груза, помещаемого в клет (половина веса грузовой вагонетки). Это не противоречит указанному п. «б» требований «Правил безопасности».

Рассмотрим на примере определение веса противовеса.



Фиг. 47. Ствол шахты для скипового подъема и одноклетьевого подъема с противовесом.

Пример 1. Определить вес противовеса для одноклетьевого подъема. Клеть типовая одноэтажная для деревянных проводников на однотонную вагонетку. Вагонетка со сварным кузовом. Клеть служит для спуска-подъема людей и грузов. Порода выдается в вагонетках, груженных наполовину.

Решение. Вес клетки с сцепным устройством для подъемного каната (на основании табл. 2) 2140 кг.

Полезная площадь пола клетки (на основании табл. 2) 2,3 м². Мертвый вес вагонетки (на основании табл. 1) 725 кг. Нормально поднимаемый полезный груз в вагонетке 1000 кг.

Определим сначала приблизительный вес людей, одновременно помещаемых в клеть.

Площадь пола клетки, причитающуюся на 1 чел., принимаем 0,2 м², т. е. на 1 м² помещаем 5 чел.; следовательно, в клеть поместится

$$5 \cdot 2,3 = 11 \text{ чел.}$$

Вес 1 чел., принимаем в среднем равным 80 кг, следовательно вес людей, одновременно помещаемых в клеть, составит:

$$80 \cdot 11 = 880 \text{ кг.}$$

Вес же груженой вагонетки равен $1000 + 725 = 1725$ кг, что больше веса людей.

Вес противовеса принимаем равным весу клетки плюс половина веса груженой вагонетки, т. е.

$$2140 + \frac{1725}{2} = 2140 + 862,5 = 3002,5 \text{ кг.}$$

Принимаем округленно противовес весом 3 т.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Где применяется подъем бадьями?
2. Как производят разгрузку бадьи?
3. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» к подъему в бадьях?
4. Как устроены типовые обыкновенные клетки Шахтостроя?
5. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» в отношении клеток и их сцепных устройств?
6. Какое назначение имеют парашюты, какие требования предъявляются к парашютам, как различаются парашюты по принципу своего действия и как устроены парашюты, принятые на типовых клетях Шахтостроя?
7. Какое назначение имеют посадочные кулаки, где их устанавливают и как устроены типовые кулаки Шахтостроя?
8. Какое назначение имеют качающиеся площадки, где их ставят и как они устроены?
9. Какие устройства применяют для механической загрузки клеток?
10. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» к подъему в клетях?
11. Какие преимущества и недостатки имеет подъем в обыкновенных клетях?
12. Какие бывают типы опрокидных клеток, чем они в основном отличаются друг от друга и как производится их разгрузка?
13. Какие преимущества и недостатки имеют опрокидные клетки по сравнению с обыкновенными клетями?
14. Какие бывают скипы и как производится их разгрузка?
15. Как производится загрузка скипов?
16. Какие преимущества и недостатки имеет скиповый подъем по сравнению с клетевым?
17. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» к одноклетьевому подъему с противовесом?
18. Как определить необходимый вес противовеса для одноклетьевого подъема?

УРАВНОВЕШИВАНИЕ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

§ 10. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О СТАТИЧЕСКОМ РАВНОВЕСИИ
ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ

Пусть тело A (фиг. 48) имеет ось вращения, которая проходит через точку O , перпендикулярно плоскости чертежа. На это тело действует в точке e сила P (кг). Расстояние a (см) по перпендикуляру от оси вращения до силы или до линии ее действия называется плечом силы.

Под действием силы P тело A будет вращаться вокруг оси O (в данном случае по направлению вращений часовой стрелки), следовательно сила P , как говорят, создает момент вращения.

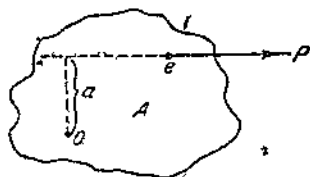
Момент вращения равен силе, умноженной
на плечо

$$\boxed{\text{Момент силы} = \text{сила} \times \text{плечо}}$$

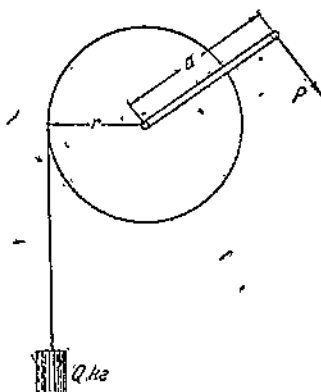
Момент силы P равен $P \cdot a$ и выражается обычно в кг. см.

Если на тело A действуют две силы, и эти силы стремятся повернуть тело в противоположных направлениях, то тело будет находиться в равновесии только в том случае, если моменты этих сил равны между собой. Рассмотрим действие сил на барабан ручного ворота.

Ручной ворот (фиг. 49) имеет барабан радиуса r (см) и рукоятку длиной a (см). На стальной проволоке, навиваемой на барабан, подвешен груз Q (кг). Определим



Фиг. 48. Определение момента силы.



Фиг. 49. Ручной ворот.

усилие P , которое нужно будет приложить рабочему к рукоятке, чтобы удержать груз Q в состоянии покоя или совершать его подъем с постоянной скоростью. В этом случае под действием сил P и Q барабан будет находиться в состоянии равновесия. Вредные сопротивления и вес проволоки для упрощения учитывать не будем.

Сила Q через нить передается на барабан и имеет плечо r ,

сила P имеет плечо a . Момент силы Q равен $Q \cdot r$, момент силы P равен $P \cdot a$.

Для статического равновесия барабана необходимо, чтобы моменты сил P и Q , вращающих барабан в разные стороны, были равны между собой, т. е.

$$P \cdot a = Q \cdot r.$$

Отсюда можно определить силу P

$$P = \frac{Q \cdot r}{a}.$$

Решим цифровой пример.

Пример 2. Ручной ворот имеет барабан диаметром $d = 30$ см. На барабане подвешен груз $Q = 60$ кг. Определить, какое усилие необходимо приложить к рукоятке длиной $a = 45$ см, чтобы удержать барабан в равновесии.

Решение. Радиус барабана $r = \frac{d}{2} = \frac{30}{2} = 15$ см.

$$\text{Сила } P = \frac{Q \cdot r}{a} = \frac{60 \cdot 15}{45} = 20 \text{ кг.}$$

Если на барабан будет действовать несколько сил, причем одни силы будут стремиться повернуть барабан в одну сторону, а другие — в противоположную, то для равновесия барабана необходимо, чтобы сумма моментов сил, стремящихся повернуть барабан в одну сторону, равнялась сумме моментов сил, стремящихся повернуть барабан в противоположную сторону.

§ 11. УРАВНОВЕШИВАНИЕ ПОДЪЕМНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПОМОЩИ НИЖНЕГО ПОДВЕСНОГО КАНАТА

На фиг. 50 показана клетевая подъемная установка с цилиндрическими барабанами. Высоту подъема, т. е. расстояние от верхней до нижней приемных площадок, обозначим через H .

При подъеме груза на барабан будут действовать сила натяжения поднимаемой ветви каната $S_{\text{под}}$ и сила натяжения опускаемой ветви каната $S_{\text{оп}}$.

В установках с цилиндрическими барабанами радиус навивки подъемного каната на барабан не изменяется, т. е. цилиндрические барабаны относятся к органам навивки постоянного радиуса.

Сила $S_{\text{под}}$ будет стремиться повернуть барабан в одну сторону, а сила $S_{\text{оп}}$ в противоположную. Сила $S_{\text{под}}$ грузовой ветви больше, чем сила $S_{\text{оп}}$ порожней ветви. Эти силы приложены на одном и том же расстоянии от оси вращения барабана, поэтому для подъема груза двигатель должен развить на окружности барабана усилие F , равное разности натяжений поднимаемой и опускаемой ветвей канатов.

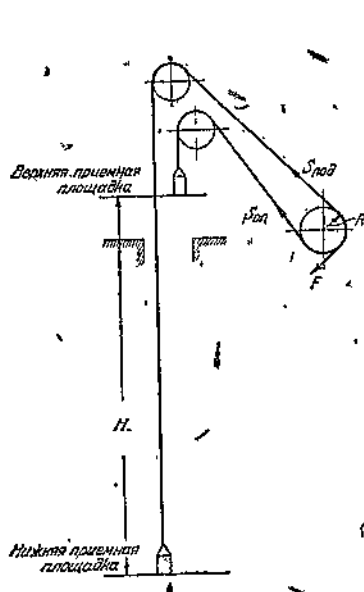
Чему же равняется эта разность натяжений ветвей каната?

Клеть и мертвые веса вагонеток уравнивают друг друга, неуравновешенными остаются полезный поднимаемый груз в вагонетках и вес опущенной части подъемного каната длиной H .

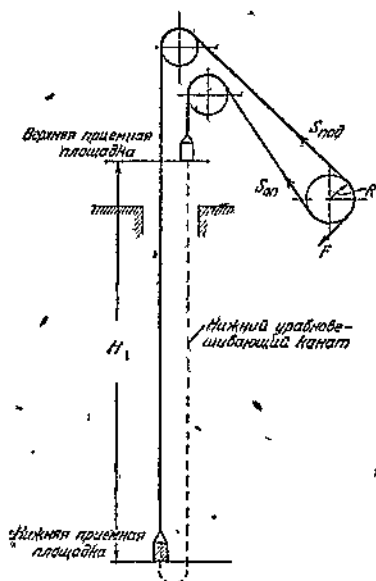
Следовательно, двигатель в начале подъема должен развить статическое усилие F , равное весу полезного поднимаемого груза плюс вес каната длиной H .

В середине подъема, когда клетки встречаются, вес опускаемого каната будет уравновешивать вес поднимаемого каната, и двигатель будет развить статическое усилие, равное только полезно поднимаемому грузу.

Во второй половине подъема опускающийся канат начнет перетягивать поднимаемый канат и будет помогать движению. В конце подъема статическое усилие, развиваемое двигателем, будет равно полезному грузу минус вес каната длиной H (м).



Фиг. 50. Неуравновешенная система подъема.



Фиг. 51. Схема подъемной установки с нижним уравновешивающим канатом.

Следовательно, мы видим, что за время одного подъема усилия двигателя зависят не только от полезного поднимаемого груза, но и от веса подъемного каната. Чем глубже шахта, тем тяжелее подъемный канат, поэтому при глубоких шахтах вес подъемного каната отражается больше на усилии, которое развивает двигатель во время подъема. При глубокой шахте двигатель в начале подъема должен развить на окружности барабана большое усилие, что потребует большую мощность двигателя. В конце же подъема опускающаяся ветвь каната будет сильно перетягивать, а это потребует значительных тормозных усилий.

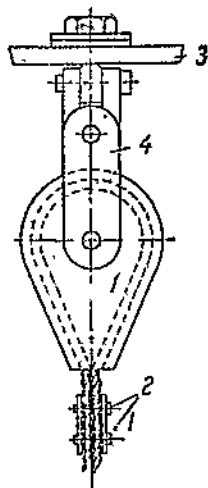
С целью облегчения работы двигателя и тормоза при глубоких шахтах производят уравновешивание подъемного каната.

Уравновешивание подъемного каната в установках с постоянным радиусом навивки производят путем дополнительной подвески каната снизу подъемных сосудов. Этот нижний уравновешивающий

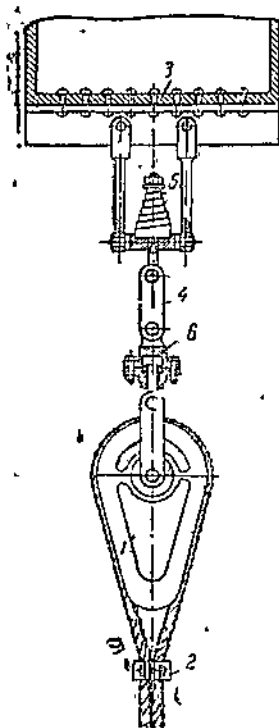
канат (фиг. 51), один для обеих клеток, в зумпфе шахты образует петлю.

Если мы подвесим нижний уравнивающий канат с весом 1 *пог. м*, равным весу 1 *пог. м* подъемного каната, то будем иметь установку с линейно-равновесными канатами. В этом случае нижний подвесной канат будет полностью уравнивать подъемный канат, следовательно двигатель в течение всего периода подъема будет развивать статическое усилие, равное только весу полезно-поднимаемого груза. Такая установка называется статически уравновешенной.

При подвеске легкого нижнего уравнивающего каната, т. е. с весом 1 *пог. м*, меньшим веса 1 *пог. м* подъемного каната, будет неполное статическое уравнивание системы.



Фиг. 52. Прицепное устройство для нижнего уравнивающего каната.



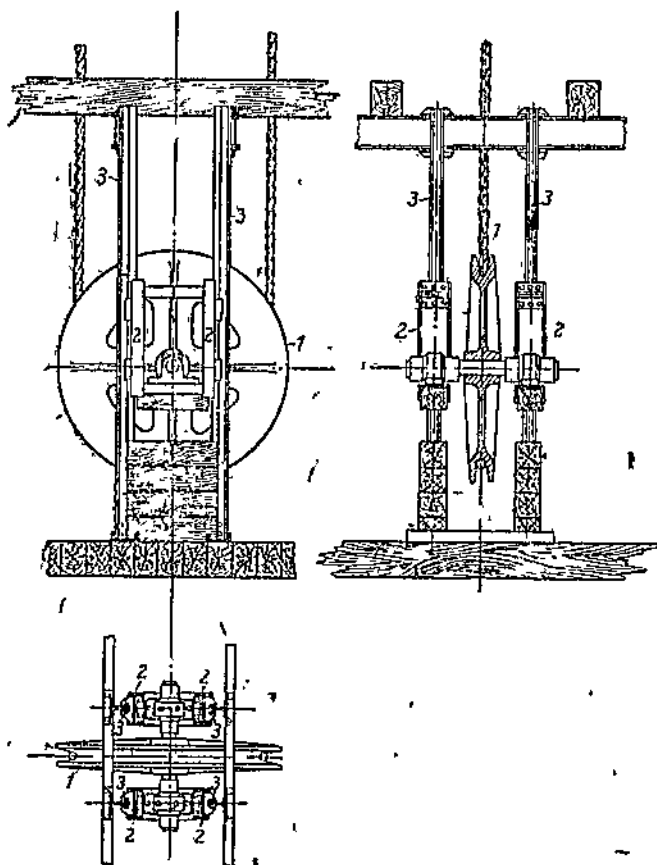
Фиг. 53. Прицепное устройство для нижнего уравнивающего каната.

При подвеске же тяжелого нижнего уравнивающего каната (вес 1 *пог. м* нижнего уравнивающего каната больше веса 1 *пог. м* подъемного каната) будем получать избыточное (по сравнению со статическим) уравнивание подъемной системы.

Подъемные установки с легким и тяжелым нижними уравнивающими канатами в практике почти не встречаются. Поэтому установки с постоянным радиусом навивки, в зависимости от уравнивания, в основном, разделяются на: 1) не уравненную систему (без нижнего уравнивающего каната) и 2) статически уравновешенную систему (с равновесным подвесным канатом).

На фиг. 52 показан способ подвески нижнего уравнивающего каната к подъемному сосуду. Канат охватывает коуш 1, и конец его закреплен жимками 2. Коуш соединен с нижней рамой 3 подъемного сосуда при помощи серьги 4, соединенной шарнирами.

Такая подвеска обеспечивает свободное колебание уравнивающего каната, что предохраняет канат от излома в месте его присоединения к клеті.



Фиг. 54. Натяжное устройство для нижнего уравнивающего каната.

На фиг. 53 показан другой вид подвески нижнего уравнивающего каната. В этой подвеске имеется дополнительно буферная пружина 5, которая предохраняет канат и прицепное устройство от ударной нагрузки при посадке клетки на кулаки. Кроме того, здесь установлена шариковая лята 6, дающая возможность канату свободно поворачиваться вокруг своей оси.

Нижний уравнивающий канат, раскачиваясь во время работы и получая при движении расширение петли в зумпфе, может задевать за крепление ствола шахты и перерезать его;

кроме того, в свободно спущенном канате может получаться скручивание его петли. Поэтому по «Правилам безопасности» между ветвями нижнего уравновешивающего каната в зумпфе шахты должно быть приспособление, не допускающее скручивания петли каната (§ 125 «Пр. без.»).

В качестве предохранительного устройства от задевания уравновешивающего каната за крепление ствола шахты и от скручивания его петли в зумпфе шахты либо ставят направляющие бруссы, либо подвешивают натяжной шкив.

На фиг. 54 показано натяжное устройство для нижнего уравновешивающего каната. Шкив 1 навешен на петлю каната и своим весом натягивает его. Для свободного перемещения натяжного шкива 1 в вертикальном направлении подшипники шкива укреплены на рамках 2—3, которые могут двигаться по специальным направляющим 3—3.

По «Правилам безопасности», в случае применения натяжного устройства для нижнего уравновешивающего каната, такое устройство должно находиться в месте зумпфа или ствола, которое не затопляется водой (§ 126 «Пр. без.»).

Натяжного устройства для нижнего уравновешивающего каната желательно по возможности избегать и заменять направляющими бруссами, так как натяжное устройство увеличивает нагрузку на подъемный канат, увеличивает износ подвесного каната и вызывает опасность соскакивания каната с желоба натяжного шкива.

Нижний уравновешивающий канат согласно «Правилам безопасности» должен иметь длину с учетом возможного подъема клетки или скипа до направляющих шкивов (§ 124 «Пр. без.»).

§ 12. УРАВНОВЕШИВАНИЕ ПОДЪЕМНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПОМОЩИ ПРИМЕНЕНИЯ БАРАБАНОВ ПЕРЕМЕННОГО РАДИУСА НАВИВКИ

Рассмотрим для примера подъемную машину с коническими барабанами (фиг. 55). В данном случае радиус навивки каната на барабане изменяется от величины r до R . Следовательно, конические барабаны относятся к органам навивки переменного радиуса. На фиг. 55 навитый на правый барабан канат находится на радиусе R и принадлежит, очевидно, верхней клетке, а канат левого барабана спущен и находится на радиусе r .

Вначале представим, что обе клетки загружены порожними вагонетками (фиг. 56). Натяжение поднимаемой ветви каната $S_{под}$ будет складываться из веса клетки, веса вагонетки и веса каната длиной H . Усилие $S_{под}$ действует на радиус r и создает момент $S_{под} \cdot r$, который стремится повернуть барабан по часовой стрелке.

Натяжение опускаемой ветви будет складываться только из веса клетки и веса вагонеток. Это усилие $S_{оп}$ будет действовать на радиус R и создаст момент $S_{оп} \cdot R$, который будет стремиться повернуть барабан против часовой стрелки.

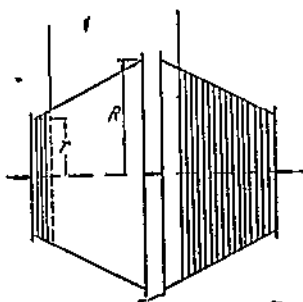
Моменты $S_{под} \cdot r$ и $S_{оп} \cdot R$ направлены взаимно противоположно. Усилие $S_{под}$ больше $S_{оп}$ на величину веса каната, но радиус r меньше радиуса R . Следовательно, можно подобрать такое соот-

пошение радиусов, чтобы моменты сил $S_{под}$ и $S_{оп}$ уравновешивали друг друга, т. е.

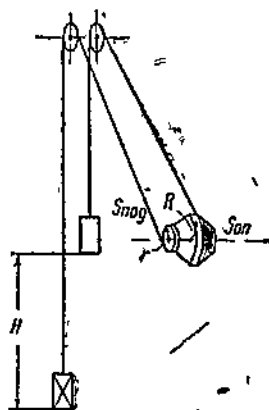
$$S_{под} \cdot r = S_{оп} \cdot R.$$

Так как моменты действующих сил будут равны, то система подъема будет статически уравновешена.

В этом случае при подъеме в клету полезного груза двигателю в начале подъема придется развивать на валу барабана вращаю-



Фиг. 55. Конические барабаны.



Фиг. 56. Схема подъемной установки с барабанами переменного радиуса навивки.

щий момент, равный только моменту сопротивления полезного груза.

Таким образом уравновешивание подъемной системы можно достигнуть без подвески нижнего каната путем применения барабанов с переменным радиусом навивки.

Часто при расчете подъема с переменным радиусом навивки ставят условие, чтобы статический момент, развиваемый двигателем в начале и в конце подъема, был одинаков. Тогда в соответствии с этим условием и подбирают требуемый профиль барабанов. Барабаны с переменным радиусом навивки могут иметь разнообразный профиль.

Профили барабанов переменного радиуса навивки будут рассмотрены в разделе конструкций барабанов.

§ 13. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ УРАВНОВЕШЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДЪЕМА И ОБЛАСТЬ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Мы видели, что в зависимости от уравновешивания и применяемых для этого способов могут быть:

1) неуравновешенная система подъема (с цилиндрическими барабанами и без нижнего уравновешивающего каната),

2) статически уравновешенная система: а) с равновесным подвесным канатом или б) с барабанами переменного радиуса навивки.

Уравновешенная система подъема по сравнению с неуравновешенной создает более благоприятный режим для работы подъемного двигателя и тормоза, требует меньшей мощности двигателя и имеет меньшие потери энергии. Эти преимущества уравновешенной системы подъема особенно значительны при глубоких шахтах.

Однако следует учитывать, что уравновешенная система подъема обладает и некоторыми относительными недочетами.

Недостатками подъема с нижним подвесным канатом следует считать следующие:

1. Подвесной канат своим весом увеличивает нагрузку на раму подъемных сосудов, на копер, на вал подъемной машины и т. д. и требует более усиленной их конструкции.

Кроме того, если имеется натяжное устройство, то оно увеличивает нагрузку и на подъемный канат.

2. Требуется дополнительные эксплуатационные затраты на подвесной канат.

3. При неравномерном движении подъемных сосудов могут получаться сильные колебания подвесного каната и происходить удары его по креплению ствола шахты; удары и трение подвесного каната вызывают разрушение крепления ствола шахты.

4. При резком действии предохранительного тормоза подъемной машины поднимающаяся вверх по инерции клеть ослабит подъемный канат. При обратном движении вниз клеть своим весом вместе с весом нижнего каната создаст ударную нагрузку на подъемный канат. Такое явление может вызвать разрыв подъемного каната.

5. Несколько усложняется обслуживание подъемной установки, так как дополнительно требуется наблюдение за подвесным канатом.

6. При нескольких рабочих горизонтах нормальный подъем обеими клетями можно производить только с одного горизонта. При смене горизонтов приходится производить перестановку барабанов с навиванием некоторой длины одного из подъемных канатов на барабан. При наличии же подвесного каната перестановку барабанов осуществить нельзя, так как петля каната зацепит за расстрел. Поэтому с остальных горизонтов придется работать одной клетью с остановкой второй клетки в стволе шахты.

Подъем с барабанами переменного радиуса навивки обладает следующими недостатками:

1) барабаны переменного радиуса навивки имеют более сложную конструкцию;

2) вес таких барабанов больше;

3) подъемная машина является более дорогой;

4) габаритные размеры подъемной машины больше, следовательно потребуются большая площадь машинного здания;

5) невозможность нормальной работы многоярусными клетями, так как будет получаться несовпадение пола этажей клетки с приемными площадками;

6) имеется опасность соскакивания подъемного каната с ко-

нической части барабанов, что может вызвать обрыв подъемного каната;

7) получается неполное уравнивание при работе с промежуточных горизонтов.

При неглубоких шахтах (порядка до 300 м) уравновешенная система подъема дает незначительные экономические преимущества, поэтому для таких шахт обычно принимают как наиболее простую и удобную для эксплуатации неуровновешенную систему подъема (с цилиндрическими барабанами без подвешного каната).

При более глубоких шахтах для выбора системы подъема обычно производят экономическое сравнение выгоды применения уравновешивания с учетом положительных и отрицательных сторон каждого из способов. В этом случае учитывают требования, предъявляемые к работе подъема в условиях рассматриваемой шахты (например необходимость одновременного обслуживания нескольких горизонтов и т. д.).

Наибольшее распространение для глубоких шахт получил, как более простой, способ уравнивания при помощи подвешного равновесного каната.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое плечо силы?
2. Чему равен момент силы?
3. При каком условии барабан под действием нескольких сил будет находиться в состоянии статического равновесия?
4. С какой целью производится уравнивание подъемной установки?
5. Какие способы уравнивания применяются в подъемных установках?
6. Как производится подвеска нижнего уравнивающего каната и его натяжение?
7. Как различаются системы подъема в зависимости от уравнивания и применяемых для этого способов?
8. Какие преимущества имеет уравновешенная система подъема?
9. Какие недостатки имеет подъем с нижним уравнивающим канатом?
10. Какие недостатки имеет подъем с барабанами переменного радиуса намотки?
11. В каких случаях (для каких глубин шахт) применяют неуровновешенную и уравновешенную системы подъема?

Глава IV

РУДНИЧНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ

§ 14. МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И КОНСТРУКЦИИ КАНАТОВ

В настоящее время в СССР для рудничного подъема применяются исключительно проволочно-стальные канаты.

По «Правилам безопасности» для спуска и подъема грузов в шахтах допускаются только канаты, отвечающие по качеству, конструкции и свивке стандарту, установленному на стальные канаты (§ 101 «Пр. без.»).

Для изготовления проволок стандартных стальных канатов нормально применяется углеродистая сталь с содержанием 0,45—0,65% углерода.

Одной из основных характеристик материала проволок каната является временное сопротивление разрыву. Временное сопротивление материала проволок разрыву есть предельная нагрузка, приходящаяся на единицу площади сечения проволок (например на 1 мм^2), при которой проволока разрывается.

Стандартные подъемные канаты изготавливаются из проволок с временным сопротивлением разрыву от 130 до 180 кг на 1 мм^2 .

Временное сопротивление проволок разрыву, умноженное на площадь сечения всех стальных проволок каната, определяет расчетное суммарное разрывное усилие всех проволок каната.

Проволоки для изготовления стандартных канатов приняты диаметром от 0,3 до 3 мм. При тонких проволоках канат получается более гибким, но в условиях работы шахтного подъема тонкие проволоки быстро рвутся от истирания при навивке на барабане и прохождении через обод направляющего шкива, а также от ржавления под действием рудничных вод. Поэтому для подъема рекомендуется принимать канаты с толщиной проволок не менее 1,2 мм.

Канаты изготавливаются круглые и плоские.

Круглые канаты

Свивка круглых канатов бывает одинарная (простая), двойная и тройная (кабельная).

При одинарной или простой свивке (фиг. 57) пучок из определенного количества проволок свивается вокруг пенькового или железного (из отожженных проволок) сердечника или без сердечника так, что проволоки образуют в канате винтовую линию.

При двойной свивке (фиг. 58) проволоки свиваются сначала в отдельные канаты простой свивки, называемые прядями, после чего несколько прядей свивается вокруг сердечника в канат.

При тройной или кабельной свивке сначала свиваются отдельные канаты двойной свивки, называемые стренгами, после чего несколько стренг свивается в канат.

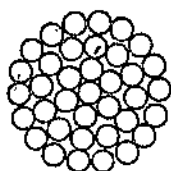
Помещаемые в канатах, а также в прядях сердечники предохраняют пряди и проволоки от смятия, кроме того пеньковые сердечники впитывают смазку и предохраняют канат от внутреннего ржавления. Однако сердечники увеличивают вес и диаметр каната.

Стандартные подъемные канаты приняты двойной свивки из прядей без сердечников и с одним органическим (пеньковым) сердечником в канате. Стандартный подъемный канат изготавливают из проволок одинакового диаметра.

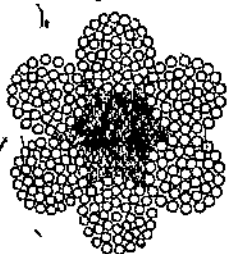
В канате типа Компаунд (фиг. 59) пряди свиваются из проволок двух диаметров: более тонкие проволоки, которые придают канату гибкость, располагают внутри прядей, а более толстые проволоки располагают снаружи, так как они лучше предохраняют канат от внешнего износа. Такие канаты применяются обычно для рудничной откатки.

Форма сечения прядей канатов двойной свивки может быть круглая (фиг. 58), в виде эллипса (фиг. 60) или треугольника (фиг. 61).

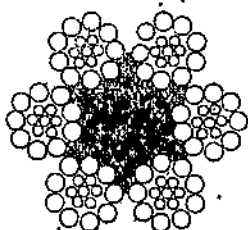
На фиг. 60 показан канат с сечением прядей в виде эллипса или так называемый эллипсопрядный канат. Положительной стороной такого каната является по сравнению с круглопрядным канатом более гладкая поверхность; это дает большую площадь соприкосновения проволок каната с желобом направляющего



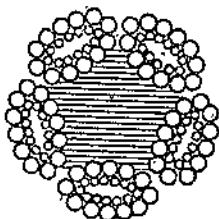
Фиг. 57. Круглый канат
одинарной свивки.



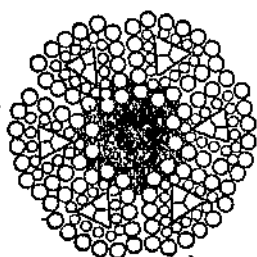
Фиг. 58. Круглые круглопрядные канаты
двойной свивки.



Фиг. 59. Круглый круглопрядный канат двойной свивки типа Компаунд.



Фиг. 60. Круглый эллипсопрядный канат двойной свивки типа Компаунд.



Фиг. 61. Круглый треугольнопрядный канат двойной свивки.

шкива и с футеровкой барабана, и канат меньше подвергается износу.

На фиг. 61 показан канат с треугольными прядями (внутри прядей помещены сердечники из фасонных железных отожженных проволок). Такой канат имеет большую опорную поверхность и, при одинаковом диаметре, большую площадь сечения, заполненную стальными проволоками.

Изготовление эллипсопрядных и треугольнопрядных канатов более сложное, в связи с чем они являются более дорогими. Стандартные подъемные канаты приняты круглопрядные.

В зависимости от взаимного направления свивки проволок в пряди и прядей в канате различают канаты крестовой и параллельной (альбертовской) свивки. В канатах крестовой свивки (фиг. 62) проволоки в прядях свиты в одном направлении, а пряди в канате свиты в противоположном направлении. В канатах параллельной или так называемой альбертов-

ско й свивки (фиг. 63) проволоки в прядях и самые пряди в канате свиты в одном и том же направлении.

Параллельная свивка канатов имеет следующие положительные стороны:

1) канат получается более гибким, так как проволоки каната работают аналогично спиральной пружине;

2) канат является более гладким, в связи с чем опорная поверхность проволок каната на направляющем шкиве и барабане больше;

3) по причинам, указанным в пп. 1 и 2, срок службы каната больше;

4) проволоки выходят с наружной стороны каната на большую длину; это облегчает надзор за канатом, так как легче обнаружить оборванную проволоку;

5) проволоки, выступающие снаружи, идут под некоторым углом к оси каната (при крестовой свивке они направлены почти параллельно оси каната) и, следовательно, будут создавать большее трение на ведущем шкиве в установках системы Кепе.

Серьезным недостатком канатов параллельной свивки является то, что они подвержены самораскручиванию. Это требует более внимательного отношения к ним, особенно при навеске, так как ни в коем случае нельзя упускать свободного конца каната.

*Канаты крестовой свивки имеют одну важную положительную сторону — они почти не подвержены раскручиванию.

Стандартные канаты приняты с параллельной и крестовой свивками. Нормально в качестве подъемных применяются канаты параллельной (альбертовской) свивки при всех системах подъема. Канаты параллельной свивки следует принимать в качестве подъемных для установок системы Кепе. В тех случаях, когда по условиям работы канаты параллельной свивки смогут раскручиваться, следует применять канат крестовой свивки. Канаты крестовой свивки следует принимать в качестве подъемных для бадей и в качестве нижних уравнивающих канатов при свободной их подвеске к подъемным сосудам.

Канаты параллельной и крестовой свивки, в зависимости от направления прядей в канате, изготавливают правой и левой свивки. При определении направления свивки следует смотреть на канат снизу вверх при вертикальном положении каната. На фиг. 64 показан канат правой свивки и на фиг. 65 — канат левой свивки.

Правую свивку каната принимают, когда навивка каната на барабан происходит слева направо, и, наоборот, левую свивку — при навивке каната на барабан справа налево (смотря на барабан с места управления машиной).

Несколько обособленное место по своему изготовлению занимают круглые канаты закрытой конструкции (фиг. 66). Такие канаты изготовлены из фасонных проволок, навитых слоями друг на друга. Чтобы избежать раскручивания каната, слои навиваются во взаимно противоположных направлениях. Канаты закрытой конструкции имеют совершенно гладкую поверхность, и сечение их почти целиком заполнено стальными проволоками, но такие ка-

наты являются менее гибкими. Наружные проволоки каната прижимают последовательно, поэтому концы оборванных проволок не выскакивают; это является положительной стороной при использовании каната в качестве направляющего, но является недо-



Фиг. 62. Круглый канат крестовой свивки.



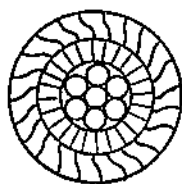
Фиг. 63. Круглый канат параллельной (альбертовской) свивки.



Фиг. 64. Канат правой свивки.



Фиг. 65. Канат левой свивки.



Фиг. 66. Канат закрытой конструкции.

статком при использовании его в качестве подъемного, так как оборванные проволоки трудно заметить. Канаты закрытой конструкции получили применение в качестве направляющих при проходке шахты и на подвесных канатных дорогах.

СТАНДАРТНЫЕ КРУГЛЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ

Стандартные круглые канаты (ОСТ НКТП 8565/1781 и 8566/1782), принятые для подъема, изготавливаются двойной свивки из шести круглых прядей (пряди без сердечников) с одним органическим (пеньковым) сердечником в канате. Свивка стандартных канатов принята крестовая и альбертовская, правая и левая.

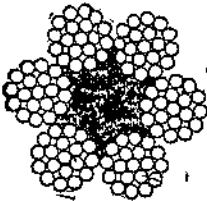
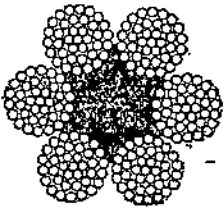
Количество проволок в пряди стандартных канатов принято только 19 и 37.

Конструкция стандартных круглых канатов условно обозначается цифрами: «число прядей $\times$ число проволок в пряди + число пеньковых сердечников».

Таким образом круглые подъемные стандартные канаты изготавливаются двух конструкций: $6 \times 19 + 1$ (ОСТ НКТП 8565/1781) и $6 \times 37 + 1$ (ОСТ НКТП 8566/1782).

Стандартные круглые канаты, рекомендуемые для подъемных установок в угольной промышленности¹, приведены в табл. 6.

¹ НКТП, Инструкция по эксплуатации стальных канатов в угольной промышленности, 1939.

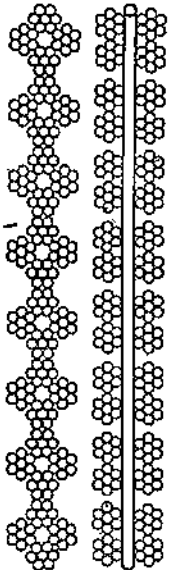
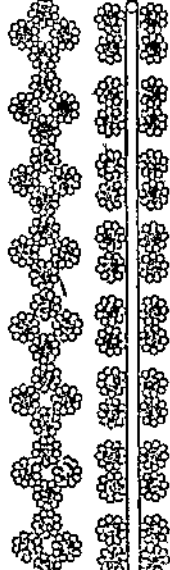
Наименование и № стандарта	Поперечный разрез и конструкция каната	Диаметр, мм		Площадь сече- ния всех прово- лок каната, мм ²	Приближитель- ный вес 1 пог. м каната, кг/м
		каната	проволо- ки		
ОСТ НКТП 8565/1781	 Условное обозначение конструкции 6×19+1 6 прядей по 19 проволок, всего 114 проволок и 1 органическая серд- цевина. Свивка крестовая, альбертовская, правая, левая	18,5	1,2	129	1,2
		21,5	1,4	176	1,6
		25,0	1,6	229	2,1
		28,0	1,8	290	2,7
		31,0	2,0	358	3,2
		34,0	2,2	433	3,9
		37,0	2,4	516	4,7
		40,0	2,6	605	5,5
		43,5	2,8	702	6,3
ОСТ НКТП 8566/1782	 Условное обозначение конструкции 6×37+1 6 прядей по 37 проволок, всего 222 проволоки и 1 органическая серд- цевина. Свивка крестовая, альбертовская, правая, левая	26,0	1,2	251	2,3
		30,0	1,4	342	3,1
		34,5	1,6	446	4,1
		39,0	1,8	565	5,2
		43,5	2,0	697	6,2
		47,5	2,2	844	7,5
		52,0	2,4	1044	9,0
		56,0	2,6	1178	10,6
		60,0	2,8	1367	12,3

Примечание. В таблице помещены стандартные канаты, рекомендо-
уемые для подъемных установок в угольной промышленности.

круглые канаты (стандартные)

Расчетное временное сопротивление разрыву проволок, кг/мм ²					
130	140	150	160	170	180
Суммарное разрывное усилие всех проволок в канате, Q ₂ , кг					
16 700	18 000	19 300	20 600	21 900	—
22 800	24 600	26 400	28 100	29 800	—
29 700	32 100	34 300	36 600	—	—
37 700	40 600	43 500	46 400	—	—
46 500	50 100	53 700	57 200	—	—
56 300	60 600	65 000	69 300	—	—
67 000	72 200	77 400	82 500	—	—
78 700	84 700	90 700	96 800	—	—
—	—	105 000	—	—	—
32 600	35 100	37 600	40 100	42 600	—
44 400	48 000	51 200	54 600	58 000	—
58 000	62 400	66 900	71 400	—	—
73 400	79 100	84 700	90 400	—	—
90 600	97 600	104 000	112 000	—	—
109 000	118 000	126 000	135 000	—	—
130 000	140 000	150 000	160 000	—	—
153 000	165 000	177 000	188 000	—	2 2 000
178 000	191 000	205 000	219 000	—	246 000

Плоские стальные канаты (стандартные)

Наименование и № стандарта	Поперечный разрез и конструкция каната	Размер каната, мм		Диаметр проволоки, мм	Площадь сечения каната, мм ²	Приблизительный вес 1 м каната, кг/м	Расчетное временное сопротивление разрыву проволоки, кг/мм ²				Суммарное разрывное усилие всех проволок в канате, Q ₂ кг
		Ширина	Толщина				130	140	150	160	
ОСТ НКТП 8585/1801	 8 стренг, каждая из 4 прядей по 7 проволок, всего 224 проволоки; без органической сердцевины	70	11	1,2	253	2,5	32 900	35 400	37 900	—	—
		82	13	1,4	345	3,4	44 800	48 300	51 750	—	—
		94	15	1,6	450	4,5	58 500	63 000	67 500	—	—
		106	17	1,8	571	5,7	74 200	80 000	85 650	—	—
								—	—	—	—
ОСТ НКТП 8586/1802	 8 стренг, каждая из 4 прядей по 9 проволок, всего 288 проволоки и 32 органические сердцевины	124	20	1,6	578	5,9	75 100	80 900	86 700	92 400	—
		139	22,5	1,8	734	7,5	95 400	102 700	110 100	117 400	—
		154	25	2,0	905	9,2	117 600	126 700	135 700	144 800	—
		170	27,5	2,2	1094	11,2	142 200	153 900	164 100	175 000	—
								—	—	—	—

Плоские канаты

Плоские канаты (фиг. 67) изготавливаются путем сшивки в одну общую ленту четного числа стренг. Стренги свиваются обычно из четырех прядей и располагаются в канате поочередно с правой свивкой и с левой свивкой. Сшивка каната производится проволоками высокого качества, которые пропускаются через стренги между прядями. Плоские канаты обладают большей гибкостью, чем круглые, так как толщина их, при одном и том же количестве и толщине стальных проволок, меньше диаметра круглого каната. Кроме того, плоские канаты совершенно не подвержены раскручиванию. Все это дает хорошую возможность применения их для подъема бадьями и в качестве нижних уравнивающих канатов.

Однако плоские канаты обладают существенными недостатками:

1) стренги их при натяжении нагружаются неравномерно, что приводит к неравномерному вытягиванию каната по всему сечению и к перенапряжению отдельных проволок;

2) употребляемые для сшивки каната проволоки быстро перетираются, и канат приходится часто перешивать.

По «Правилам безопасности» воспрещается применение плоских канатов на главных и вспомогательных подъемных установках¹. На проходческих установках, а также в качестве нижних уравнивающих для главных и вспомогательных подъемов применение плоских канатов допускается (§ 105 «Пр. без.»).



Фиг. 67.
Плоский канат.

СТАНДАРТНЫЕ ПЛОСКИЕ КАНАТЫ

Стандартные плоские канаты приняты двух конструкций:

1) канат сшит из 8 стренг, каждая стренга свита из 4 прядей, прядь без сердцевины и свита из 7 проволок, всего в канате 224 проволоки (ОСТ НКТП 8585/1801);

2) канат сшит из 8 стренг, каждая стренга свита из 4 прядей, пряди имеют по одной органической (пеньковой) сердцевине и свиты из 9 проволок; всего в канате 288 проволок и 32 органические сердцевины (ОСТ НКТП 8586/1802).

Характеристика стандартных плоских канатов приведена в табл. 7.

§ 15. ИСПЫТАНИЕ КАНАТОВ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК²

Канаты являются наиболее ответственной частью рудничной подъемной установки, поэтому им должно быть уделено особо серьезное внимание.

¹ Это запрещение не распространяется на подъемные установки, выполненные до опубликования «Правил безопасности» 1939 г.

² Надзор и уход за канатами во время их работы, приемка, хранение, навеска и смена канатов будут рассмотрены в главе «Эксплуатация подъемных установок».

В подъемной установке канаты перед навеской, а также через определенные сроки во время эксплуатации подвергаются испытаниям. Для испытаний от каната отрубается кусок требуемой длины и посылается на специальную канатно-испытательную станцию.

За период работы каната от него будут несколько раз отрубать куски для испытаний, поэтому при навеске подъемного каната необходимо предусматривать запасную длину, исходя из срока службы каната и длины отрезаемых кусков.

Для подъемных канатов установок системы Кепе и для нижних уравнивающих канатов иметь запасную длину не представляется возможным. Повторные испытания этих канатов не производят, и поэтому ограничивают срок их службы.

«Правила безопасности» в отношении испытаний канатов подъемных установок ставят следующие требования.

1. Рудничные канаты должны испытываться на канатно-испытательных станциях, утвержденных Государственной главной горно-технической инспекцией в соответствии с положением о канатно-испытательных станциях, издаваемым ГГТИ (§ 106 «Пр. без.»).

2. Все подъемные и нижние уравнивающие канаты должны быть перед навеской испытаны, для чего от каната должен быть отрублин кусок согласно требованию канатно-испытательной станции, но не менее 1,5 м (§ 107 «Пр. без.»).

3. Испытание канатов исключительно грузовых подземных подъемных установок для наклонных выработок с уклоном до 45° необязательно (§ 108 «Пр. без.»).

4. Повторные испытания подъемных канатов, за исключением установок системы Кепе и нижних уравнивающих канатов, должны производиться, считая со дня первого испытания канатов перед навеской: для грузо-людских подъемных установок — через каждые 6 месяцев, для исключительно грузовых подъемных установок — первый раз через 12 месяцев, а затем через каждые 6 месяцев.

Для повторных испытаний должен отрезаться выше верхнего жимка запанцовки кусок каната длиной согласно требованию канатно-испытательной станции, но не менее 1,5 м (§ 109 «Пр. без.»).

5. Предельный срок службы подъемных канатов в установках системы Кепе устанавливается в 2 года и всех нижних уравнивающих канатов — в 4 года.

Применение снятых подъемных канатов в качестве нижних уравнивающих допускается, если они при испытании перед навеской удовлетворяют требованиям, предъявляемым к исключительно грузовым канатам при повторных испытаниях.

Для снятых подъемных канатов, навешенных затем в качестве нижних уравнивающих, из указанного в настоящей статье 4-летнего срока службы должен быть вычтен предыдущий срок работы этих канатов в качестве подъемных (§ 110 «Пр. без.»).

6. Каждый образец каната, поступающего на испытание, должен быть снабжен дощечкой или металлическим ярлыком, при-

крепленным к канату проволокой. Оба конца образца каната должны быть хорошо и надежно обвязаны проволокой. На ярлыке каната должны быть ясно указаны: шахта, номер подъема, диаметр каната, диаметр проволоки, число прядей, свивка каната, дата отрубки и отправки на испытание. Канатно-испытательные станции должны наносить на ярлыке номер испытываемого каната, дату получения каната и дату испытания его, а также данные о канате и проволоках, если таковые расходятся с указанными предприятием.

Отрезок каната перед испытанием должен быть осмотрен; при этом данные о всех обнаруженных дефектах (обрывы, спайки, деформирование проволок, ржавление и др.) должны заноситься в свидетельство об испытании канатов (§ 111 «Пр. без.»).

7. Каждая проволока металлического каната должна быть испытана на разрыв и на изгиб в соответствии с действующим стандартом. Проволоки канатов, служащих для подъема и спуска людей, должны быть по качеству не ниже марки В согласно действующему стандарту (§ 112 «Пр. без.»).

8. Новый канат должен быть забракован, если в нем при испытании перед навеской суммарное число проволок, не выдержавших испытания на разрыв и изгиб, составляет:

а) для канатов, служащих для подъема и спуска людей, 3%,

б) для исключительно грузовых канатов 5% (§ 113 «Пр. без.»).

9. Помимо испытания по отдельным проволокам, каждый канат должен испытываться на разрыв целиком. Канат считается удовлетворительным, если сила, разрывающая канат целиком, составляет от разрывающих сил для его отдельных проволок не менее:

а) 90% для канатов простой свивки (спиральной) и для канатов двойной свивки, имеющих одну навивку в прядях (однослойных);

б) 85% — для канатов двойной свивки, имеющих две навивки в прядях (двухслойных);

в) 82% — для канатов двойной свивки, имеющих три навивки в прядях (трехслойных) (§ 116 «Пр. без.»)¹.

Свидетельства об испытаниях каната сохраняются на шахте в течение всего срока службы каната.

§ 16. РАСЧЕТ ПОДЪЕМНЫХ КАНАТОВ

Подъемный канат на шахте во время работы подвергается действию: 1) статического, т. е. спокойного, натяжения от груза, подвешенного на конце каната; 2) статического натяжения от веса самого каната; 3) натяжения от сил инерции, возникающих при изменении скорости движения каната; 4) изгиба на направляющем шкиве или барабане и 5) упругих колебаний каната.

Учет всех этих нагрузок, кроме статической, является слож-

¹ Испытания, предусмотренные настоящей статьей, производятся с момента оборудования канатно-испытательных станций соответствующими разрывными машинами (примечание § 116 «Пр. без.»).

ным, поэтому в соответствии с «Правилами безопасности» расчет подъемных канатов производят только по действию статической нагрузки от концевого груза и собственного веса каната. Влияние остальных перечисленных нагрузок, которые при расчете канатов опускаются, учитывается принятием при расчете повышенного запаса прочности каната по отношению к статической нагрузке.

Запас прочности каната по «Правилам безопасности» определяется как отношение суммарного разрывного усилия всех проволок каната к статической нагрузке от концевого груза и собственного веса каната. Запас прочности каната показывает, во сколько раз допускаемая нагрузка на канат с учетом его собственного веса меньше суммарного разрывного усилия проволок каната.

По «Правилам безопасности» (из § 114 «Пр. без.») канат должен быть снят и заменен другим, если при повторном испытании его запас прочности окажется ниже:

7 — для подъемных установок, служащих исключительно для спуска-подъема людей;

6 — для грузо-людских подъемных установок, т. е. установок, которые производят подъем груза и людей; в этом случае запас прочности принимается по отношению к наибольшей нагрузке, которая обычно бывает при подъеме груза;

5 — для подъемных установок, служащих исключительно для спуска-подъема грузов (например, скиповых подъемов).

В процессе работы каната запас прочности его со временем понижается, поэтому по «Правилам безопасности» (§ 102 «Пр. без.») подъемные канаты должны иметь при навеске запас прочности не ниже:

9 — для исключительно людских подъемов;

7,5 — для грузо-людских подъемов;

6,5 — для исключительно грузовых подъемов;

8 — для подъемных установок системы Келе (людских, грузовых, или грузо-людских).

При расчетах же подъемных канатов, с целью увеличения срока работы каната, обычно принимают запас прочности несколько выше норм «Правил безопасности», а именно:

10 — для исключительно людских подъемов;

9 — для грузо-людских (клетевых) подъемов;

7 — для исключительно грузовых (скиповых) подъемов;

Рассмотрим расчет подъемных канатов для вертикальных шахт. При этом расчет каната рассмотрим для подъемных установок без нижнего уравнивающего каната, а также с нижним равновесным канатом, вес 1 пог. м которого равен весу 1 пог. м. подъемного (головного) каната¹.

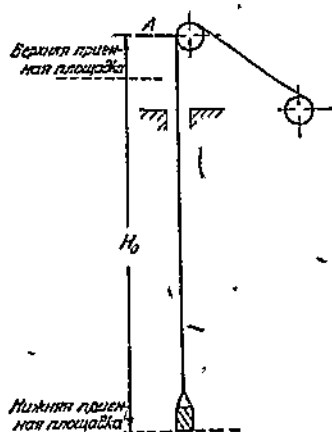
В этих случаях наибольшая нагрузка на подъемный канат от действия концевого груза и собственного веса каната будет

¹ Расчет подъемного каната для установок с «тяжелыми» нижними уравнивающими канатами, крайне редко встречающихся в практике, нами не производится.

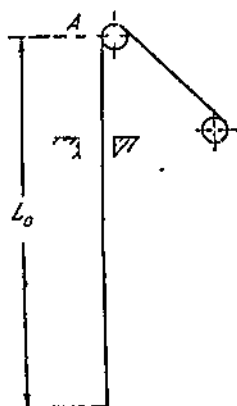
иметь место в точке A (фиг. 68) схода каната с направляющего шкива при наини́зшем возможном положении подъемного сосуда.

Обозначим:

Q_0 — концевая нагрузка подъемного каната, т. е. нагрузка, подвешенная на конце каната. Эта нагрузка при клетевом подъеме составитс^я из полезной нагрузки (угля или породы), поднимаемой в вагонетках, веса самых вагонеток и веса клетки с прицепными устройствами, а при скиповом подъеме — из полезной нагрузки скипа и собственного веса скипа с прицепными устройствами. В нагрузке Q_0 необходимо учитывать и половину веса натяжного устройства для нижнего подвесного каната, если таковое имеется;



Фиг. 68. Схема для расчета подъемного каната.



Фиг. 69. Спускаемый в шахту канат без концевой нагрузки.

p — погонный вес подъемного каната (вес 1 м подъемного каната);

H_0 — длина отвеса каната от точки схода его с направляющего шкива до наини́зшего возможного положения подъемного сосуда (фиг. 68). Эта длина H_0 складывается из высоты подъема и расстояния от верхней приемной площадки до оси шкива;

L_0 — так называемая прочная длина отвеса каната, т. е. такая длина отвеса каната, при которой собственный его вес даже без наличия концевой груза вызовет в верхнем сечении каната нагрузку, соответствующую установленному запасу прочности.

Действительно, представим, что с копрового шкива в очень глубокую шахту мы стали бы спускать подъемный канат, не подвесив на него никакой нагрузки (фиг. 69). Чем ниже мы спускали бы канат, тем большую получали бы канат в сечении A нагрузку от собственного веса и тем меньше становился бы его запас

прочности в этом сечении. Наконец, при некоторой длине отвеса L_0 запас прочности каната в сечении A достигнет принятого нами значения.

Следовательно, чем меньше мы примем требуемый запас прочности каната, тем на большую глубину можно опустить канат.

Естественно, что прочная длина L_0 отвеса каната зависит также от материала проволок, из которых изготовлен канат, т. е. зависит от временного сопротивления проволок разрыву. Чем больше временное сопротивление проволок разрыву, тем на большую глубину L_0 можно опустить канат.

Из табл. 8, составленной на основании подсчетов, видно, как изменяется прочная длина отвеса каната в зависимости от временного сопротивления проволок разрыву и требуемого запаса прочности каната.

Таблица 8
Прочная длина отвеса каната¹

Расчетный запас прочности каната	Временное сопротивление материала проволок каната разрыву, кг/мм ²			
	130	140	150	160
	Прочная длина отвеса каната, L_0 м			
10	1445	1555	1665	1780
9	1610	1730	1850	1975
7	2060	2220	2380	2540

¹ Таблица составлена при принятой фиктивной плотности каната $\gamma = 9000$ кг/м³.

Вес каната длиной L_0 равен $p \cdot L_0$ кг, следовательно при длине отвеса каната L_0 собственный вес его $p \cdot L_0$ вызовет в верхнем сечении нагрузку, соответствующую принятому запасу прочности.

Фактическая же длина отвеса рассчитываемого подъемного каната меньше и равна H_0 ; собственный вес его равен $p \cdot H_0$ и меньше веса прочной длины отвеса каната на величину

$$p \cdot L_0 - p \cdot H_0.$$

Таким образом к концу каната, имеющего отвес длиной H_0 , мы можем подвесить груз Q_0 , равный по весу $p \cdot L_0 - p \cdot H_0$, чтобы нагрузка его в верхнем сечении соответствовала тому же принятому запасу прочности.

Следовательно, мы можем написать равенство:

$$p \cdot L_0 - p \cdot H_0 = Q_0$$

или

$$p(L_0 - H_0) = Q_0.$$

Откуда вес 1 пог. м требуемого подъемного каната

$$p = \frac{Q_0}{L_0 - H_0} \quad \text{кг/м.} \quad (1)$$

На основании вычисленного по формуле (1) ориентировочного веса 1 пог. м подъемного каната выбирают стандартный канат из табл. 6 или 7, откуда выписывают полную характеристику каната и суммарное разрывное усилие всех проволок в канате Q_* .

После этого выбранный по каталогу канат проверяют на фактический запас прочности и смотрят, чтобы полученный запас прочности по возможности ближе подходил к тому запасу прочности, которым задавались при расчете.

Фактический запас прочности каната получают путем деления суммарного разрывного усилия всех проволок каната Q_* на статическую нагрузку от концевой груза Q_0 и собственного веса каната $p_1 \cdot H_0$, а именно:

$$m = \frac{Q_*}{Q_0 + p_1 \cdot H_0} \quad (2)$$

где p_1 — погонный вес выбранного по каталогу каната.

Рассмотрим расчет подъемного каната на примере.

Пример 3. Рассчитать и выбрать подъемный канат для клетьевого подъема по вертикальной шахте.

Подъемная установка без нижнего уравновешивающего каната. Клетки типовые одноэтажные для деревянных проводников на одну двухтонную вагонетку угля каждая. Вагонетки стандартные со сварным кузовом без тормозов. При выдаче породы вагонетки загружаются наполовину. Высота подъема 350 м. Превышение копровых шкивов над верхней приемной площадкой 15 м.

Решение. Одновременно поднимаемый полезный груз в вагонетках (вес угля или породы) 2000 кг. Мертвый вес вагонетки (на основании табл. 1) 1140 кг. Вес клетки с прицепным устройством для подъемного каната (на основании табл. 2) 3310 кг.

Концевая нагрузка каната составит из полезного груза, поднимаемого в вагонетках, мертвого веса вагонетки и веса клетки с прицепным устройством.

$$Q_0 = 2000 + 1140 + 3310 = 6450 \text{ кг.}$$

Длина отвеса каната сложится из полной высоты подъема и превышения оси шкива над верхней приемной площадкой

$$H_0 = 350 + 15 = 365 \text{ м.}$$

В клетях будет производиться, кроме подъема груза, спуск-подъем людей, поэтому принимаем при расчете каната запас прочности, как для грузо-людского подъема, $\tau = 9$.

Канат берем с временным сопротивлением проволок разрыву 160 кг/мм².

По табл. 8 для принятого запаса прочности каната и временного сопротивления проволок разрыву находим прочную длину отвеса каната

$$L_0 = 1975 \text{ м.}$$

Расчетный вес 1 пог. м подъемного каната определяем по формуле (1).

$$p = \frac{Q_0}{L_0 - H_0} = \frac{6450}{1975 - 365} = \frac{6450}{1610} = 4,0 \text{ кг/м.}$$

По табл. 6 выбираем стандартный круглый подъемный канат ближайшего подходящего веса 1 пог. м $p_1 = 4,1 \text{ кг/м}$ со следующей характеристикой: ОСТ

НКТП 8566/1782, конструкция каната 6×37+1, диаметр каната 34,5 мм, диаметр проволоки 1,6 мм, временное сопротивление проволок разрыву 160 кг/мм², суммарное разрывное усилие всех проволок в канате $Q_s = 71400$ кг.

Произведем проверку выбранного нами каната на фактический запас прочности по формуле (2).

Запас прочности будет равен:

$$n = \frac{Q_s}{Q_0 + p_1 \cdot H_0} = \frac{71400}{6450 + 4,1 \cdot 365} = \frac{71400}{7947} = 9$$

следовательно выбранный канат нашим условиям удовлетворяет.

§ 17. ПРОВЕРКА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ КАНАТА ПОСЛЕ ИСПЫТАНИЙ

После испытания нового каната перед навеской или при повторных испытаниях «Правил безопасности» для определения запаса прочности его ставят следующие условия.

1. Запас прочности каната определяется как отношение суммарного разрывного усилия всех проволок каната, определяемого по § 115, к расчетной статической нагрузке на канат.

Расчетная статическая нагрузка подъемного каната складывается из веса клетки или скипа с прицепными устройствами плюс вес максимального груза плюс вес каната длиной от точки схода его со шкива до точки прикрепления к клетке или скипу, находящимся на нижней приемной (погрузочной) площадке наинизшего горизонта.

При установках с тяжелым нижним уравновешивающим канатом (большого линейного веса, чем подъемный), при подсчете статической нагрузки подъемного каната, вместо веса подъемного каната должен приниматься вес нижнего уравновешивающего его каната при положении подъемного сосуда на верхней приемной (разгрузочной) площадке (§ 103 «Пр. без.»).

2. Запас прочности нижнего уравновешивающего каната определяется как отношение суммарного разрывного усилия проволок каната к статической нагрузке на канат [вес каната плюс половина веса натяжного шкива, если последний имеется (§ 104 «Пр. без.»)].

3. Запас прочности каната при повторных испытаниях определяется как отношение суммарного разрывного усилия всех проволок каната за вычетом проволок, не выдержавших испытания на разрыв или изгиб, и максимальной нагрузки каната с учетом веса самого каната (§ 115 «Пр. без.»):

В дополнение к тем обозначениям, которые мы принимали при расчете подъемных канатов, обозначим через:

Q'_s — суммарное разрывное усилие проволок каната, выдержавших испытание на разрыв и изгиб (по данным канатно-испытательной станции);

p_1 — фактический погонный вес подъемного каната;

q_1 — фактический погонный вес нижнего уравновешивающего каната;

$Q_{н. у.}$ — вес натяжного устройства для нижнего уравновешивающего каната.

Запас прочности подъемного каната для установок без нижнего уравнивающего каната, с легким и с линейно-равновесным нижним канатами будет равен, по аналогии с формулой (3):

$$m = \frac{Q'_z}{Q_0 + p_1 \cdot H_0} \quad (3)$$

Для установок с тяжелым нижним уравнивающим канатом запас прочности подъемного каната с достаточной степенью точности можно определить по формуле

$$m = \frac{Q'_z}{Q_0 + q_1 H_0} \quad (4)$$

Запас прочности нижнего уравнивающего каната

$$m = \frac{Q'_z}{q_1 H_0 + \frac{1}{2} Q_{n,y}} \quad (5)$$

Пример 4. Выбранный для условий, приведенных в примере 3, подъемный канат через некоторый срок работы на шахте был послан на повторные испытания.

В полученном свидетельстве испытания указано, что суммарное разрывное усилие проволок каната, выдержавших испытание, равно 46 900 кг.

Определить, можно ли продолжать подъем этим канатом, или канат должен быть заменен новым.

Решение. Проверим по формуле (3), каким стал запас прочности каната после испытания

$$m = \frac{Q'_z}{Q_0 + p_1 H_0} = \frac{46900}{6450 + 4,1 \cdot 365} = \frac{46900}{7947} = 5,9.$$

Так как запас прочности нашего каната (для грузо-людского подъема) стал ниже 6, то канат должен быть снят и заменен другим.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется временным сопротивлением материала проволок разрыву?
2. Из какого материала и с каким временным сопротивлением проволок разрыву изготавливаются подъемные канаты?
3. Почему канаты с очень тонкими проволоками (менее 1,2 мм) не рекомендуются принимать для подъема?
4. Как изготавливаются канаты одинарной, двойной и тройной свивки?
5. Какие бывают канаты в зависимости от формы сечения прядей?
6. Какая свивка канатов называется параллельной и какая крестовой? Укажите достоинства и недостатки этих свивок.
7. Как определить правую и левую свивки канатов?
8. Для каких случаев рекомендуется принимать свивки параллельную и крестовую, правую и левую?
9. Какой конструкции и с какими свивками приняты круглые подъемные канаты в качестве стандартных?
10. Какими преимуществами и недостатками обладают плоские канаты?
11. Где допускается «Правилами безопасности» применение плоских канатов?
12. Через какие сроки необходимо производить испытание канатов и какие требования ставят «Правила безопасности» в отношении испытания канатов?
13. Что такое запас прочности каната?
14. При каком запасе прочности канат должен быть снят и заменен другим?
15. Какой минимальный запас прочности по «Правилам безопасности» должен иметь канат при навеске?
16. На какую нагрузку и как рассчитывается подъемный канат?
17. Как производится проверка запаса прочности каната по результатам испытания?

НАПРАВЛЯЮЩИЕ ШКИВЫ И ТИПЫ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН С РАЗЛИЧНЫМИ ОРГАНАМИ НАВИВКИ

§ 18. НАПРАВЛЯЮЩИЕ ШКИВЫ

Направляющие шкивы устанавливаются на копре и служат для направления подъемного каната (от машины в ствол шахты).

На фиг. 70 и 71 показаны направляющие шкивы для круглого каната и на фиг. 72 — для плоского каната.

Шкив имеет обод, спицы и ступицу. Ступица шкива насажена на ось и соединена с нею при помощи шпонки. Ось шкива своими концами опирается на подшипники, в которых и вращается вместе с насаженным на нее шкивом. Каждый направляющий шкив имеет свою отдельную ось и пару подшипников.

Обод шкива изготавливается чугунным литым или стальным штампованным из отдельных секций. Ступица шкива обычно делается чугунной.

Шкивы небольшого диаметра (до 3,5 м) изготавливаются литые чугунные с заливкой спиц из круглой стали в ступицу и обод шкива. Это так называемые шкивы велосипедного типа (фиг. 70).

В шкивах большего диаметра спицы принимают из швеллеров и соединяют их с чугунной ступицей при помощи болтов и с литым чугунным ободом — болтами, а со стальным штампованным ободом — заклепками (фиг. 71).

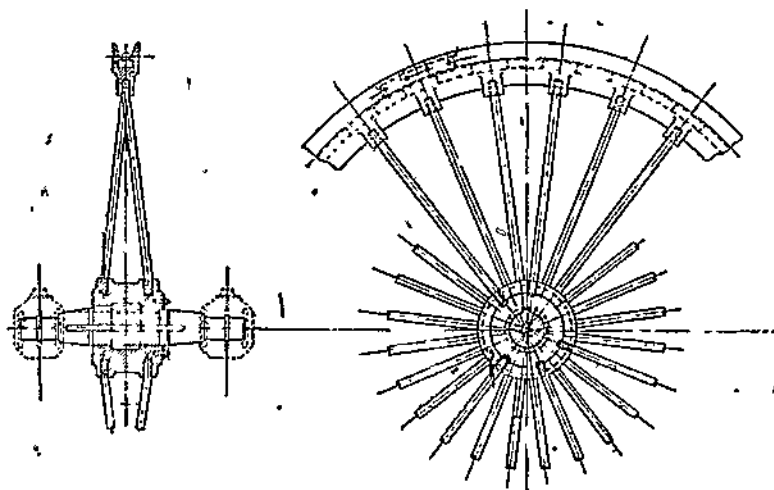
В обод шкива для уменьшения износа каната, а также и самого обода вставляется деревянная (дубовая) или металлическая (из мягкого металла) футеровка (фиг. 73). Эта футеровка по мере износа вынимается и заменяется новой.

По «Правилам безопасности» сегменты футеровки направляющих шкивов должны прикрепляться таким образом, чтобы на кромках желоба футеровки не было никаких соединительных частей, которые при нарушении их прикрепления могли бы попасть под канат в желобе. Реборды направляющих шкивов должны выступать над верхней частью каната не менее чем на полтора его диаметра (из § 136 «Пр. без.»).

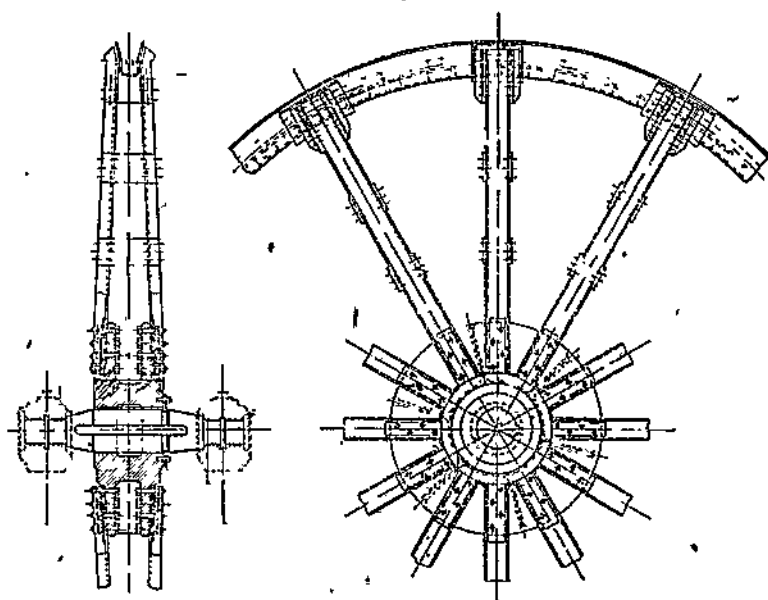
Радиусом шкива считается расстояние от оси шкива до оси лежащего на нем каната (без учета выступающей реборды шкива).

В качестве типовых Шахтостроем приняты шкивы с диаметрами 3, 4, 5 и 6 м. В отдельных случаях могут приниматься шкивы с диаметром 2,5; 3,5; 4,5 и 5,5 м.

При установке направляющих шкивов на копре необходимо следить, чтобы средняя плоскость желоба шкива была вертикальна, ось шкива горизонтальна и спускаемый со шкива отвес каната шел точно по оси подъемного отделения ствола шахты.



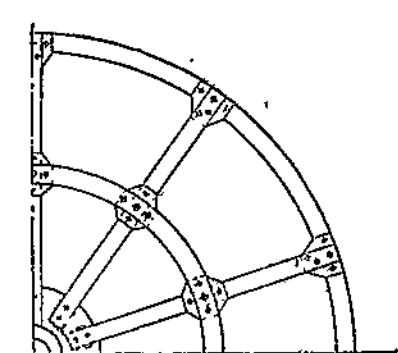
Фиг. 70. Направляющий шкив велосипедного типа для круглого каната.



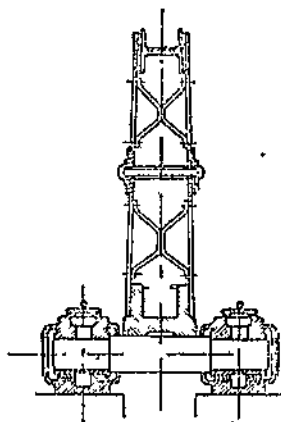
Фиг. 71. Направляющий шкив для круглого каната со сдвигами из швеллеров.

§ 19. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ БАРАБАНАМИ

Барабан (фиг. 74) состоит обычно из чугунных ступиц 1, к которым приболчены стальные спицы 2 коробчатого сечения, соединенные при помощи заклепок с ободом. Оба ряда спиц связаны между собой растяжками 3. Поверхность барабана покрывается



Фиг. 72. Направляющий шкив для плоского каната.



Фиг. 73. Обод шкива с деревянной футеровкой.

стальными листами 4 толщиной 8—10 мм и деревянной футеровкой 5 из дуба, бука, вяза или ясеня, толщина которой принимается 70—150 мм. Футеровка прикрепляется болтами со спрятанными впотай головками. Поверхность футеровки обтачивается, и на ней нарезаются желобки для каната. Во избежание прогиба поверхности барабана внутри его укреплены распорки из уголкового стали. Сбоку барабана приклепаны тормозные обода 6, на которые при торможении производится нажатие тормозных колодок.

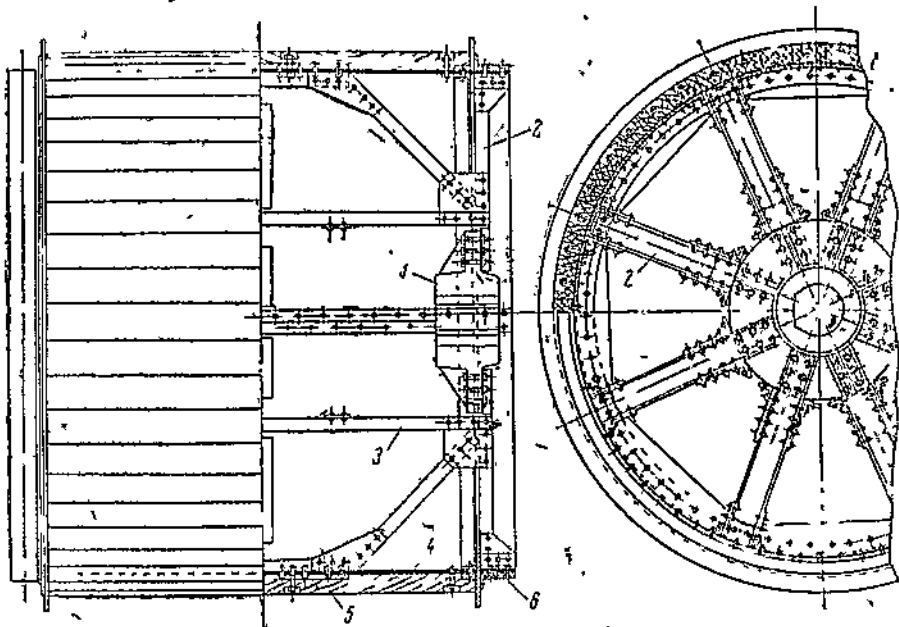
В данном случае был рассмотрен барабан клепаной конструкции. Барабаны же небольшого диаметра изготавливаются с дисками, литыми из чугуна или стали.

Радиусом барабана считается расстояние от оси барабана до оси навиваемого на него каната, т. е. радиус навивки каната. При цилиндрических барабанах радиус навивки подъемного каната остается все время одинаковым, следовательно цилиндрические барабаны относятся к органам с постоянным радиусом навивки.

К барабанам, так же как и вообще ко всем органам навивки каната, предъявляются следующие основные требования: достаточная прочность и жесткость конструкции, возможно меньший абсолютный вес, правильная навивка каната на барабане и удобство конструкции в отношении эксплуатации подъемной машины.

Прикрепление каната к барабану производится следующим образом (фиг. 75): конец каната пропускается через прорезь 1 цилиндра внутрь барабана, огибает спицу и закрепляется обычными жимками 2 с канатом, идущим от обшивки барабана до спицы. В зависимости от диаметра барабана ставится от 3 до 5 жимков.

По «Правилам безопасности» прикрепление каната к барабану должно быть выполнено таким образом, чтобы при проходе прикрепленного конца его через щель в цилиндре барабана он не деформировался острыми краями щели, а изгибался в этой щели на поверхности возможно большего радиуса кривизны. Воспрещается прикрепление конца каната к валу барабана. Для ослаб-



Фиг. 74. Цилиндрический барабан клепаной конструкции.

ления натяжения каната в месте его прикрепления на барабане на поверхности последнего, начиная от указанной щели, необходимо, кроме запасных витков для периодических испытаний, иметь еще не менее трех фрикционных витков¹ (§ 135 «Пр. без.»).

Навивка каната на барабан для людских, грузо-людских и грузовых подъемов производится в один ряд. Отступление от однорядной навивки каната на барабанах «Правилами безопасности» разрешается только для следующих случаев подъема.

1. Применение двойной навивки канатов на барабанах установок, служащих для подъема и спуска людей, допускается только на наклонных шахтах, уклонах и бремсбергах с углом падения не более 45° и при соблюдении следующих условий:

а) высота реборды барабана должна быть такова, чтобы при налегании второго витка (ряда) на барабан реборда выступала над вторым рядом на 2,5 диаметра каната;

б) барабаны должны иметь деревянную футеровку со спиральными канавками;

в) за критическим участком каната длиной в четверть послед-

¹ Фрикционными витками называются витки трения.

него витка нижнего ряда (переход на второй ряд) должно вестись усиленное наблюдение, выражающееся в учете разорванных в этом месте проволок и в передвижении каната на четверть витка через каждые два месяца (§ 133 «Пр. без.»).

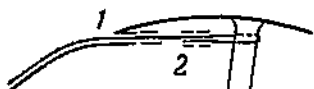
2. Для подземных исключительных грузовых наклонных и вертикальных подъемов допускается многослойная навивка канатов на барабаны (§ 134 «Пр. без.»).

Подъемные машины с цилиндрическими барабанами бывают:

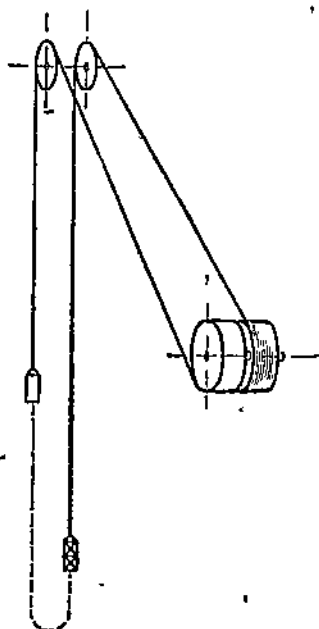
а) с двумя барабанами, в которых каждый канат навивается на свой барабан (фиг. 2), и

б) с одним барабаном, общим для обоих подъемных канатов (фиг. 76).

В подъемных машинах с двумя барабанами один из барабанов обычно наглухо закреплен на валу при помощи шпонки (закли-



Фиг. 75. Прикрепление конца подъемного каната к барабану.



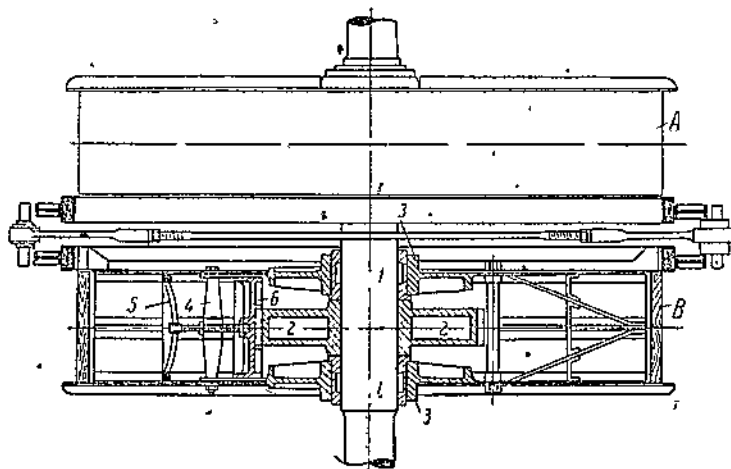
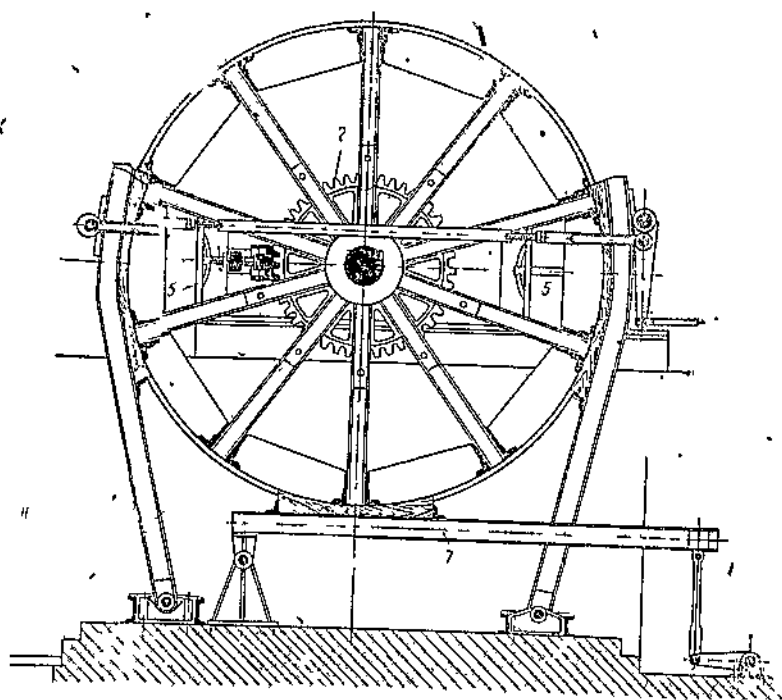
Фиг. 76. Схема подъемной установки с одним цилиндрическим барабаном.

ненный барабан), а второй барабан имеет приспособление, которое позволяет отсоединять его от вала (переставной или так называемый холостой барабан).

Такие двойные цилиндрические барабаны показаны на фиг. 77. Здесь в плане заклиненный барабан *A* представлен в неразрезанном виде, а холостой барабан *B* — в разрезе. Втулки 1—1 и зубчатое колесо 2, расположенное внутри барабана, соединены с валом при помощи шпонок. Ступицы 3 барабана сидят свободно на втулках 1, т. е. могут на них поворачиваться. К спицам барабана укреплен переключатель 4, через которую пропущен винт; этот винт имеет на одном конце маховичек 5, а на другом — зубчатый сегмент 6.

При вращении маховичка 5 сегмент 6 войдет в зацепление с зубчатым колесом 2, и холостой барабан будет соединен с валом. При обратном вращении маховичка 5 можно отсоединить барабан от вала. Для более равномерной связи холостого барабана с зубчатым колесом 2 установлены два маховичка 5 с сегментами 6, которые расположены друг против друга. Одновременно обратим внимание, что каждый из барабанов имеет по тормозному ободу, жестко соединенному с самым барабаном. Тормозные обода в данном случае расположены с внутренних сторон барабанов.

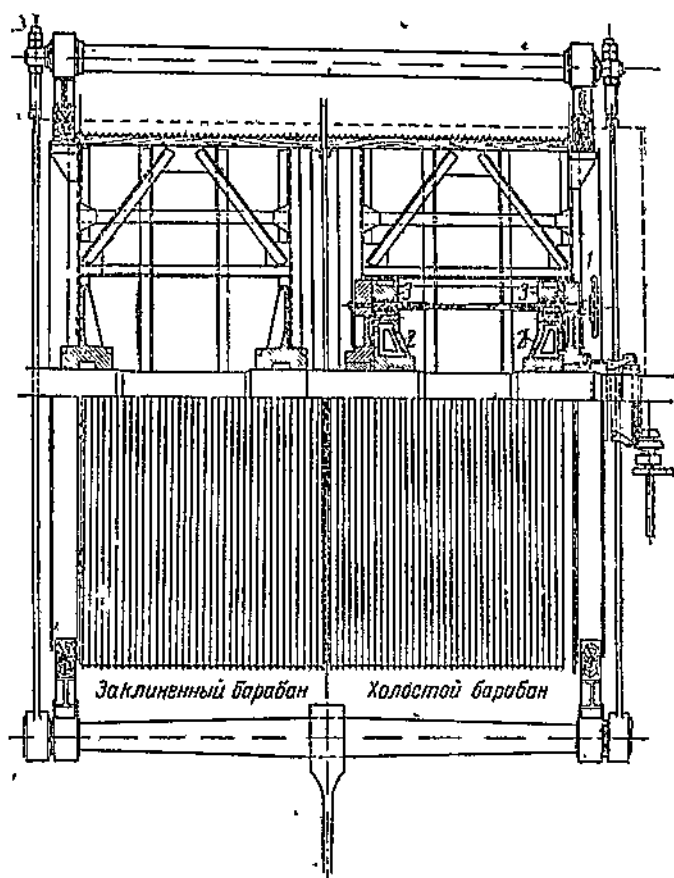
На фиг. 78 показаны двойные цилиндрические барабаны в выполнении Краматорского машиностроительного завода при расположении тормозных ободов с наружных сторон барабанов. Маховички 1 здесь для удобства обслуживания расположены с торцо-



Фиг. 77. Двойные цилиндрические барабаны с расположением тормозных ободов с внутренних сторон барабанов.

вой стороны, холостого барабана. Маховички насажены на винты, которые имеют на одном конце правую, а на другом — левую резьбу. Зубчатые колеса 2—2 заклинены на валу. При вращении маховичка 1 каретки 3—3 выйдут своими зубцами из зацепления с колесами 2—2, и барабан будет отсоединен от вала.

В практике встречаются и другие виды соединений холостого барабана с валом: при помощи болтов, которые пропускаются че-



Фиг. 78. Двойные цилиндрические барабаны с расположением тормозных ободов с наружных сторон барабанов.

рез отверстия в дисках поворотных ступиц барабана и ступиц, заклиненных на валу, и при помощи муфт (кулачковых или фрикционных).

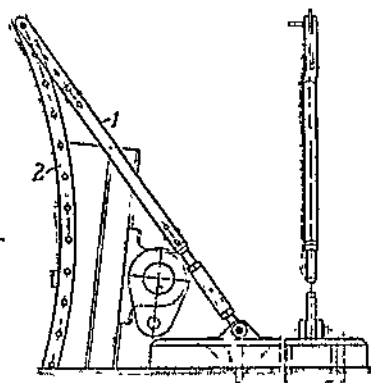
При отсоединении холостого барабана от вала машины необходимо предварительно застопорить барабан. Для этого применяют специальную тягу (фиг. 79), соединяющую реборду 2 барабана с фундаментом, или отдельный тормоз (см. тормоз 7 на фиг. 77).

По «Правилам безопасности» при перестановке холостого барабана тормозное устройство должно быть в состоянии развить на одном тормозном шкиве тормозной момент не менее чем

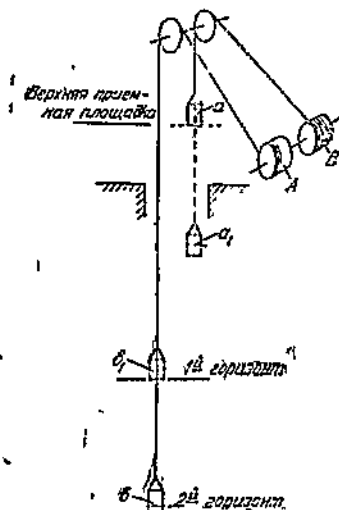
1,2-кратный по отношению к статическому моменту одной ветви каната, создаваемому весом порожнего подъемного сосуда и каната (из § 149 «Пр. без.»).

Некоторые подъемные машины с двойными барабанами оборудуются устройством, которое позволяет машинисту производить выключение и включение холостого барабана, не сходя с рабочего места, т. е. так называемым дистанционным выключением холостого барабана.

В случае применения барабанов, допускающих дистанционное отсоединение их от вала (с целью регулирования взаимного расположения клетей), по «Правилам безопасности» должна быть предусмотрена блокировка, обеспечивающая предвратительное застопоривание освобожденного барабана (из § 147 «Пр. без.»).



Фиг. 79. Стопорное устройство.



Фиг. 80. Схема перестановки барабанов при обслуживании двух рабочих горизонтов.

Наличие холостого барабана дает возможность легко производить регулирование длины подъемного каната, который получает удлинение от растяжения во время работы или укорачивание при отрубании кусков каната для испытаний. В этом случае застопоривают холостой барабан, отсоединяют его от вала и двигателем вращают только заклиненный барабан, производя наматывание на него или сматывание требуемой длины каната.

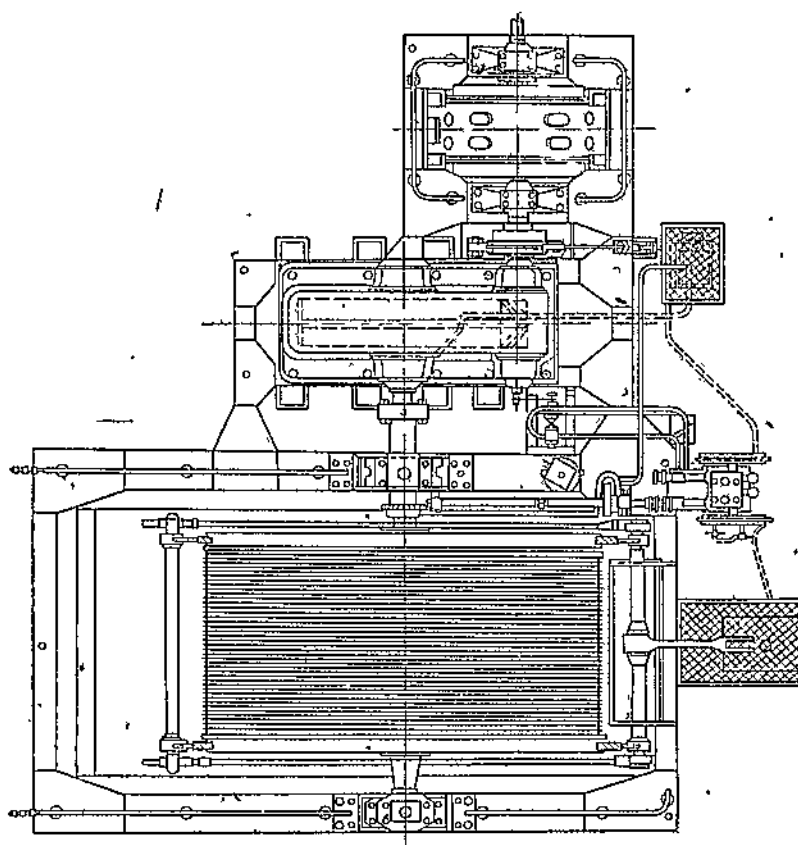
Кроме того, переставной барабан позволяет изменять взаимное расположение подъемных сосудов при одновременном обслуживании нескольких горизонтов.

Рассмотрим в качестве примера один из способов перестановки (или так называемой *перепрядки*) барабанов при нормальном обслуживании обеими клетями нескольких горизонтов. Представим, что имеются два рабочих горизонта — 1-й и 2-й (фиг. 80). Подъемная машина установлена с двумя барабанами, из которых А — холостой и В — заклиненный. Выдача производится со 2-го горизонта; клеть а находится у верхней приемной площадки и клеть в — у 2-го горизонта.

Чтобы перейти на нормальную выдачу обеими клетями с 1-го горизонта, производят следующие операции:

1. Включив двигатель подъемной машины, вращают барабаны и поднимают клеть *в* со 2-го горизонта на 1-й (положение $в_1$); в это время клеть *а* опускается и занимает положение $а_1$;

2. Холостой барабан *А* застопоривают и отсоединяют его от вала.



Фиг. 81. Подъемная машина с одинарным цилиндрическим барабаном.

1—барабан; 2—мотор; 3—зубчатая передача; 4—указатель глубины; 5—тахограф; 6—доска сигналов.

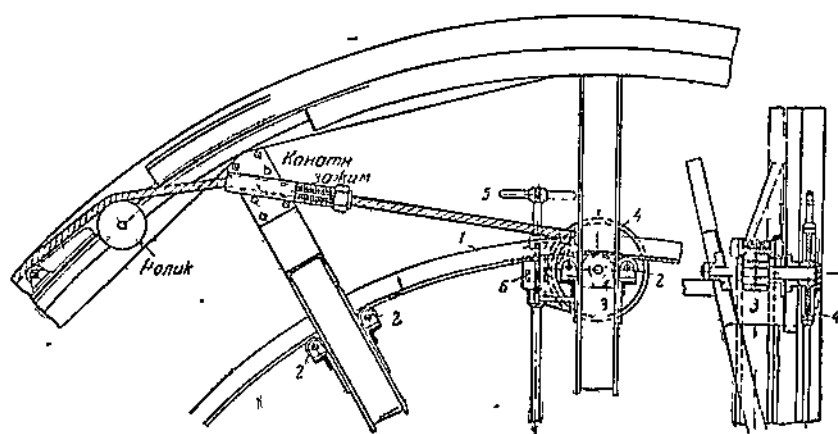
3. Включив двигатель, вращают вал машины вместе с заклиненным барабаном *В* (холостой барабан *А* будет неподвижен, так как вал будет вращаться в его ступице) и поднимают верхнюю клеть от положения $а_1$ до положения *а*.

4. Соединяют холостой барабан *А* с валом, выключают стопорное устройство. Одна клеть теперь находится у верхней приемной площадки, а вторая у 1-го горизонта, следовательно можно производить нормальную работу обеими клетями с 1-го горизонта.

Подъемная машина с одним цилиндрическим барабаном пока-

зана на фиг. 81. Конструкция одинарного барабана такой машины нами была рассмотрена на фиг. 74.

При одинарном барабане средняя часть цилиндра барабана может обслуживать оба подъемных каната, т. е. при свивании с барабана каната опускаемого подъемного сосуда на его место будет навиваться канат поднимаемого сосуда.



Фиг. 82. Внутренняя бобинка одинарного барабана.

Регулирование длины каната, а также смена канатов при одинарном барабане значительно усложняются¹. С целью некоторого облегчения работы по регулированию длины канатов в связи с их вытягиванием или отрубанием кусков для испытаний при одинарных барабанах иногда применяют специальные бобинки. Такие бобинки располагают внутри барабана по одной с каждой его стороны. На бобинку наматывается часть подъемного каната длиной около 30 м, необходимая для его удлинения при отрезке кусков на испытание.

Устройство внутренней бобинки показано на фиг. 82. Обод бобинки 1 лежит на роликах 2—2, укрепленных на спицах барабана. На бобинке помещается от 3 до 5 витков каната. С внутренней стороны бобинка имеет зубцы, сцепленные с шестерней 3. Эта шестерня сидит на одном валике с червячным колесом 4 и приводится во вращение при помощи ручного маховичка 5 и червяка 6.

Конец каната пропускается через прорезь с поверхности навивки внутрь барабана, проходит через специальный канатный зажим, прикрепляется к бобинке и наматывается на нее. После этого канат закрепляется зажимом. Укрепление канатным зажимом является достаточно надежным, так как при наличии на барабане трех



Фиг. 83. Одинарный разрезной барабан.

¹ Регулирование и смена канатов будут подробно рассмотрены в главе XII.

витков трения на зажим будет передаваться небольшое усилие. Для регулирования длины каната ослабляют канатный зажим и вращают бобинку при помощи маховичка 5. Однако и при наличии бобинок процесс регулирования длины каната является кропотливым. Для более удобного регулирования длины каната одинарные барабаны могут быть сделаны разрезными (фиг. 83); тогда одна часть барабана делается заклиненной на валу, а другая — поворотной. В этом случае разрез барабана делается так, чтобы один канат навивался только на одну более широкую часть цилиндра, а другой — на обе части, причем запасные его витки и витки трения не должны переходить через разрез. Одинарные разрезные цилиндрические барабаны из-за относительной сложности конструкции широкого распространения в практике не получили.

Как видим, эксплуатация подъемной машины с одинарным барабаном является более сложной, чем с двойными барабанами. Кроме того, одинарный барабан не дает возможности производить нормальный подъем обеими клетями с нескольких одновременно разрабатываемых горизонтов.

Положительной же стороной одинарного барабана является то, что он более компактен и подъемная машина занимает меньше места, вес барабана меньше и самая подъемная машина получается относительно дешевле.

Машины с одинарным барабаном часто применяются при одно-клетевых подъемах с противовесом.

В табл. 9 (см. стр. 76) приводится стандарт подъемных машин с цилиндрическими барабанами Народного Комиссариата тяжелого машиностроения.

Техническая характеристика подъемных лебедок с цилиндрическими барабанами типа ПМ, Сталинского машиностроительного завода Главуглемаша, приведена в табл. 10 (см. стр. 78—79).

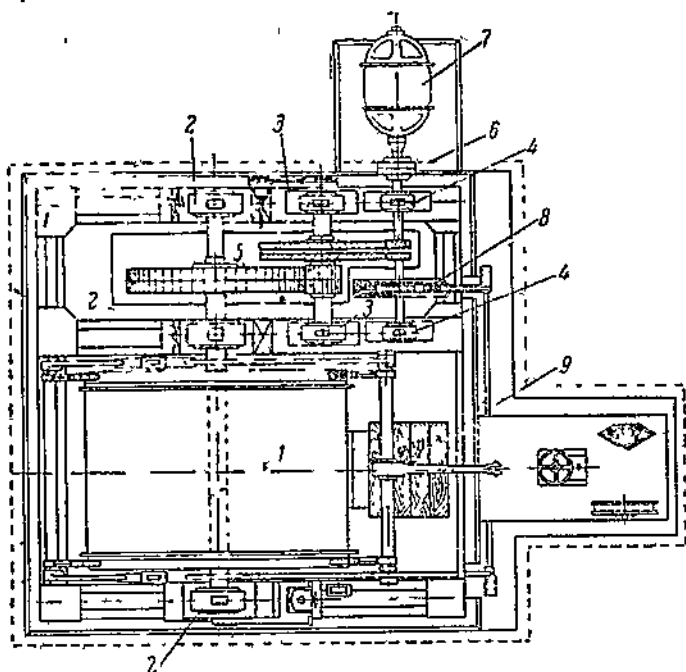
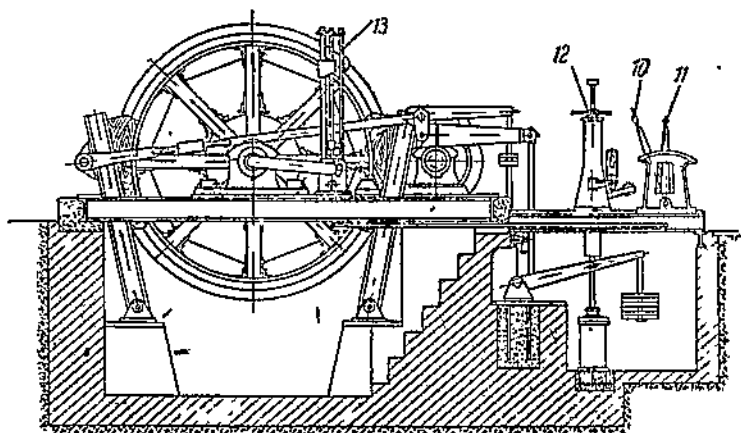
Общий вид подъемных лебедок типа ПМ Сталинского завода показан: на фиг. 84 — однобарабанной и на фиг. 85 — двухбарабанной.

§ 20. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С БАРАБАНАМИ ПЕРЕМЕННОГО РАДИУСА НАВИВКИ

Изменением радиуса навивки каната, как нами было уже указано, достигается уравнивание подъемной системы.

Барабаны переменного радиуса навивки бывают: конические (фиг. 86), цилиндро-конические (фиг. 87), бицилиндро-конические (фиг. 88 и 89) и др. Название барабанов дается в зависимости от формы поверхности барабана, которая (поверхность) служит для навивки каждой ветви подъемного каната. В бицилиндро-конических («би» — значит два) барабанах каждый подъемный канат навивается сначала на цилиндр с малым диаметром, затем на конус и далее на цилиндр с большим диаметром, т. е. навивается на два цилиндра и конус, поэтому барабан и получает название бицилиндро-конического.

Бицилиндро-конические, а также и цилиндро-конические барабаны бывают двойные (фиг. 88) и одинарные (фиг. 89). В одинар-



Фиг. 84. Общий вид однобарабанной подъемной лебедки типа ПАМ Сталинского завода.

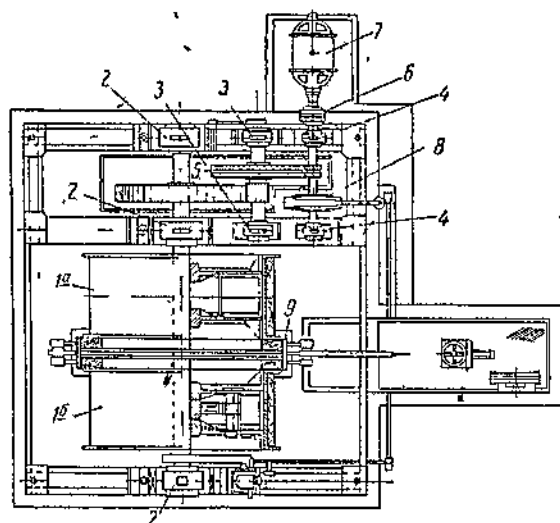
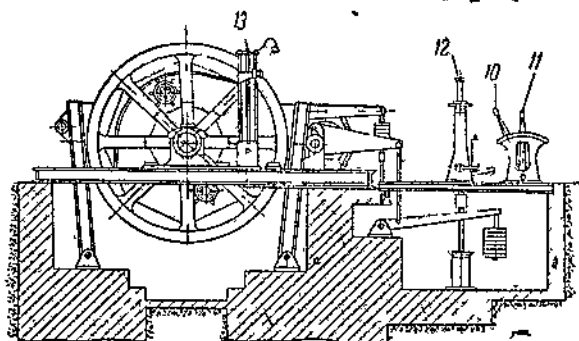
1—барабан; 2, 3 и 4—подшипники; 5—зубчатая передача; 6—соединительная эластичная муфта; 7—мотор; 8—рабочий тормоз; 9—предохранительный тормоз; 10—рычаг рабочего тормоза; 11—рычаг предохранительного тормоза; 12—колонна предохранительного тормоза; 13—указатель глубины.

Шахтные электрические подъемные машины
Стандарт СТ-47-2 Народного комиссариата тяжелого машиностроения

Т а б л и ц а 9

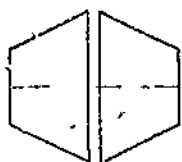
Подъемные машины с цилиндрическими барабанами

Тип	Барабаны		Перестановка барабана или внутренних бобинок	Тормоз		Расстояние между наванчочными барабанами, мм	Максимальный диаметр каната, мм	Максимальное расстояние между канатами, мм	Максимальное натяжение каната, кг	Число ступеней	Зубчатая передача		Максимальное число оборотов мотора (снизиронное)
	Количество	Диаметр, мм		Ширина каната, мм	Тип тормоза						Расположение тормозных ободов	Передаточное число (общее)	
I	1	2500	С ручным приводом перестановки внутренних бобинок	Европейский тип	С обеих сторон барабана	—	31	57 200	8 200	2	20 и 30 20 и 30 11,5 20 и 30 9,5—10,5 и 11,5 30	1000 1000 600 750 500 750	
	1	2500					1 500	31	57 200	8 200			2
	1	3000					1 700	37	82 500	11 800			2
	1	4000					2 000	47,5	135 000	19 300			2
II	1	5000	С ручным приводом перестановки внутренних бобинок	Американский тип	С обеих сторон барабана	—	52	160 000	22 900	1	9,5—10,5 и 11,5 10,5 и 11,5	500 500	
	1	6000					2 500	60	219 000	31 200			1
III	2	2500	С дистанционным управлением перестановки барабана	Европейский тип	С внутренних сторон барабанов	600	31	57 200	8 200	2	20 30 20 30 11,5 20 и 30 11,5 20 и 30 9,5—10,5 и 11,5 30	1000 750 1000 750 600 750 600 750 500 750	
	2	2500				1 000	600	31	57 200	8 200			2
	2	3000				1 000	600	37	82 500	11 800			2
	2	3000				1 300	600	37	82 500	11 800			2
	2	3500				1 500	600	43,5	112 000	16 000			2
IV	2	4000	С дистанционным управлением перестановки барабана	Американский тип	С внутренних сторон барабанов	600	47,5	135 000	19 300	2	9,5—10,5 и 11,5 30	500 750	
	2	5000				1 700	600	52	160 000	22 900			1
V	2	5000	С дистанционным управлением перестановки барабана	Американский тип	С наружных сторон барабанов	50	52	160 000	22 900	1	9,5—10,5 и 11,5 10,5 и 11,5	500 500	
	2	6000				2 400	50	60	219 000	31 200			1

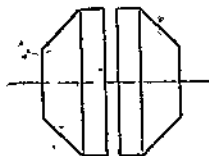


Фиг. 85. Общий вид двухбарабанной подъемной лебедки типа ПМ Сталинского завода.

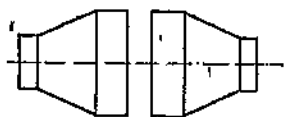
7а — заклиненный барабан; 7б — холостой барабан; остальные обозначения те же, что и на фиг. 84.



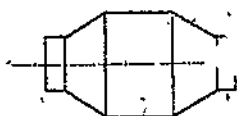
Фиг. 86. Конические барабаны.



Фиг. 87. Цилиндроконические барабаны.



Фиг. 88. Бицилиндроконические барабаны (двойные).



Фиг. 89. Одинарный бицилиндроконический барабан.

Техническая характеристика шахтных подъемных лебедок (с цилиндрическими барабанами)
(по данным каталога)

Тип лебедки	Барабаны			Канаты		Нагрузка, кг		Передаточное отношение редукторов
	Количество	Диаметр, мм	Ширина, мм	Максимальный диаметр, мм	Суммарное разрывное сопротивление, кг	Максимальное статическое натяжение встоп каната на барабане	Максимальное статическое неравновесное окружное усилие	
ПМ-15А	1	2500	1300	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-16А	1	2500	1300	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-16А	1	2500	1300	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-18А	1	2500	1300	27	40 000	6000	2500	1:20
ПМ-28А	1	3000	2400	27	35 500	4200	—	1:36
ПМ-9	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:30
ПМ-10	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:30
ПМ-11	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:30
ПМ-12	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:20
ПМ-13	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:20
ПМ-14	2	2000	800	28	38 000	5000	3000	1:20
ПМ-15	2	2500	750	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-16	2	2500	750	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-17	2	2500	750	27	40 000	6000	2500	1:20
ПМ-18	2	2500	750	27	40 000	6000	2500	1:20
ПМ-19	2	2500	1000	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-20	2	2500	1000	27	40 000	6000	2500	1:30
ПМ-21	2	2500	1000	27	40 000	6000	2500	1:20
ПМ-22	2	2500	1000	27	40 000	6000	2500	1:20
ПМ-23	2	3000	1000	34	56 000	9400	3800	1:36
ПМ-24	2	3000	1000	34	56 000	9400	3800	1:36
ПМ-25	2	3000	1000	34	56 000	9400	3800	1:24,72
ПМ-26	2	3000	1000	34	56 000	9400	3800	1:24,72
ПМ-27	2	3000	1263	34	56 000	9400	3800	1:36
ПМ-28	2	3000	1263	34	56 000	9400	3800	1:36
ПМ-29	2	3000	1263	34	56 000	9400	3800	1:24,72
ПМ-30	2	3000	1263	34	56 000	9400	3800	1:24,72

барабанами) типа ПМ Сталинского завода Главуглемаша
Главуглемаша 1939 г.)

Мотор		Максимальная скорость подъема, м/сек	Габариты, мм				Вес лебедки без электрооборудования, кг
Число оборотов в минуту, л.м	Ориентировочная полезная мощность, л.м		длина	ширина	высота	глубина фундамента	
585	75	2,5	7 720	6 400	2 282	1 685	20 000
725	100	3,0	7 720	6 400	2 282	1 685	20 000
585	110	3,8	7 720	6 400	2 282	1 685	20 000
725	130	4,75	7 720	6 400	2 282	1 685	20 000
725	163	3,16	8 650	7 800	2 272	2 110	27 735
585	85	2,0	5 760	6 800	2 280	14 60	21 800
725	95	2,5	5 760	6 800	2 280	14 60	21 800
960	110	3,35	5 760	6 800	2 280	14 60	21 800
585	100	3,0	5 760	6 800	2 280	14 60	21 700
725	135	3,75	5 760	6 800	2 280	14 60	21 700
960	190	5,0	5 760	6 800	2 280	14 60	21 700
585	75	2,5	7 720	6 800	2 280	1 685	24 300
725	100	3,0	7 720	6 800	2 280	1 685	24 300
585	110	3,8	7 720	6 800	2 280	1 685	24 200
725	132	4,75	7 720	6 800	2 280	1 685	24 200
585	75	2,5	7 720	7 300	2 280	1 685	25 100
725	100	3,0	7 720	7 300	2 280	1 685	25 100
585	110	3,8	7 720	7 300	2 280	1 685	25 000
725	132	4,75	7 720	7 300	2 280	1 685	25 000
585	100	2,56	8 860	7 900	2 280	2 670	32 300
725	132	3,16	8 860	7 900	2 280	2 670	32 300
585	175	3,72	8 860	7 900	2 280	2 670	31 800
725	230	4,61	8 860	7 900	2 280	2 670	31 800
585	100	2,56	8 860	8 426	2 280	2 670	33 200
725	132	3,16	8 860	8 426	2 280	2 670	33 200
585	175	3,72	8 860	8 426	2 280	2 670	32 600
725	230	4,61	8 860	8 426	2 280	2 670	32 600

ных барабанах средний цилиндр может обслуживать оба подъемных каната. При двойных барабанах обычно делают: один барабан заклиненным на валу, а второй — переставным (холостым).

На фиг. 90 и 91 показаны конические барабаны. При небольших углах подъема конуса, примерно до 20° , поверхность барабана покрывается деревянной футеровкой, так же как и у цилиндрических барабанов. При больших углах подъема появляется опасность соскакивания каната с барабана, поэтому на поверхности барабана для навивки каната укрепляются по спирали металлические желобки (фиг. 91).

На фиг. 92 показан одинарный цилиндрикоконический барабан с внутренними бобинками $a-a$ для навивки запасной длины каната.

На фиг. 93 показан одинарный бицилиндрикоконический барабан. Для удобства регулирования длины канатов одинарные цилиндрикоконические и бицилиндрикоконические барабаны иногда выполняют разрезными.

§ 21. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С ДВИЖУЩИМ ШКИВОМ ТРЕНИЯ (СИСТЕМА КЕПЕ)

В подъемной установке системы Кепе машина имеет вместо барабанов одножелобчатый шкив.

Сущность этой системы нами была уже рассмотрена в главе I (см. фиг. 3). Напомним, что подъемный канат здесь один, и к обоим концам его подвешены подъемные сосуды. Подъемный канат никаких витков на ведущем шкиве не имеет, а охватывает лишь шкив, примерно на половине его окружности. При вращении ведущего шкива канат вместе с подъемными сосудами будет двигаться за счет силы трения, которая возникает между канатом и ободом шкива.

Движущий шкив, т. е. шкив трения, в подъемной установке системы Кепе носит название шкива Кепе.

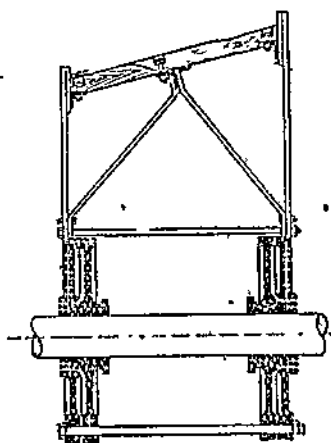
Шкив Кепе относится к органам постоянного радиуса навивки подъемного каната.

На фиг. 94 показан шкив Кепе клепаной конструкции и на фиг. 95 — литой шкив Кепе.

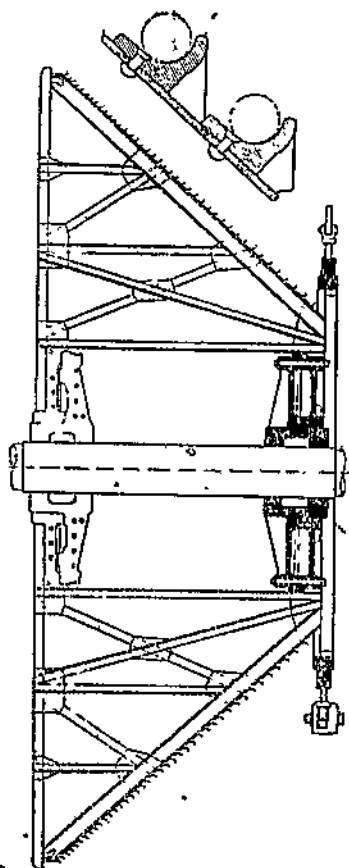
Для увеличения силы трения, возникающей между канатом и шкивом, обод шкива Кепе покрывается деревянной (фиг. 94) или кожаной (фиг. 95) футеровкой. Эта футеровка, кроме того, предохраняет канат и самый шкив от износа. Деревянная футеровка состоит из отдельных шашек, которые прикрепляются к ободу шкива. Шашки укладываются торцом к канату или попеременно торцовой и продольной стороной.

Навеска и смена подъемных канатов в установках системы Кепе при рассмотренных на фиг. 94 и 95 шкивах с узким ободом требует применения специальных лебедок. На фиг. 96 показан шкив Кепе с уширенным ободом или так называемый широкий шкив Кепе, который позволяет при навеске и смене канатов производить временно навивку каната на самый шкив Кепе¹.

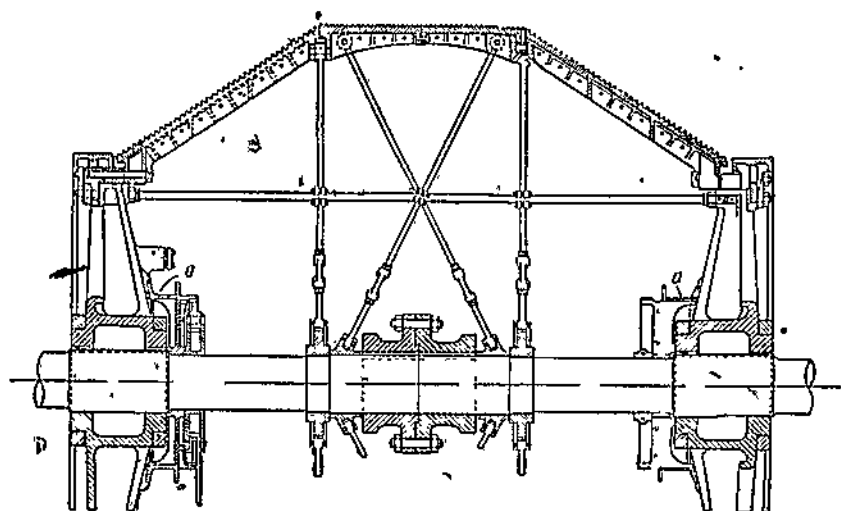
¹ Навеска и смена канатов будут рассмотрены в главе XII.



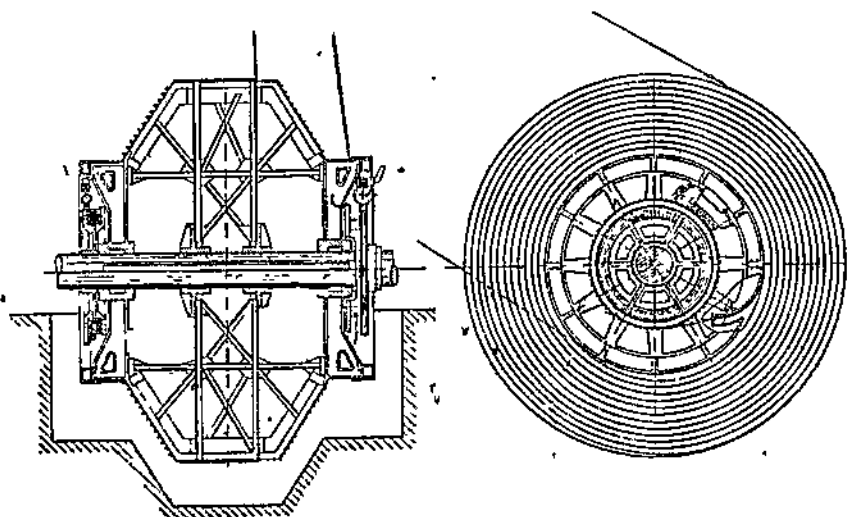
Фиг. 90. Конический барабан с деревянной футеровкой.



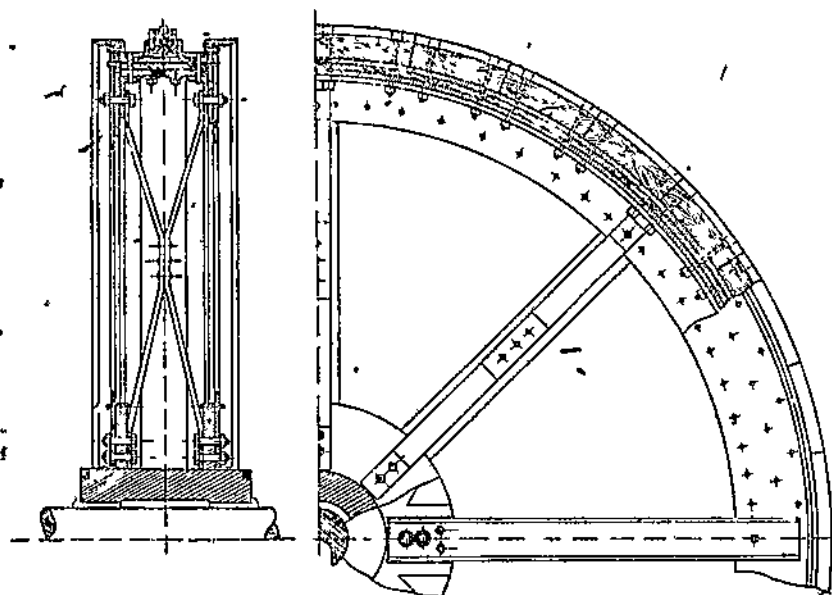
Фиг. 91. Конический барабан с желобчатой поверхностью.



Фиг. 92. Одншрный цилиндрикоконический барабан.



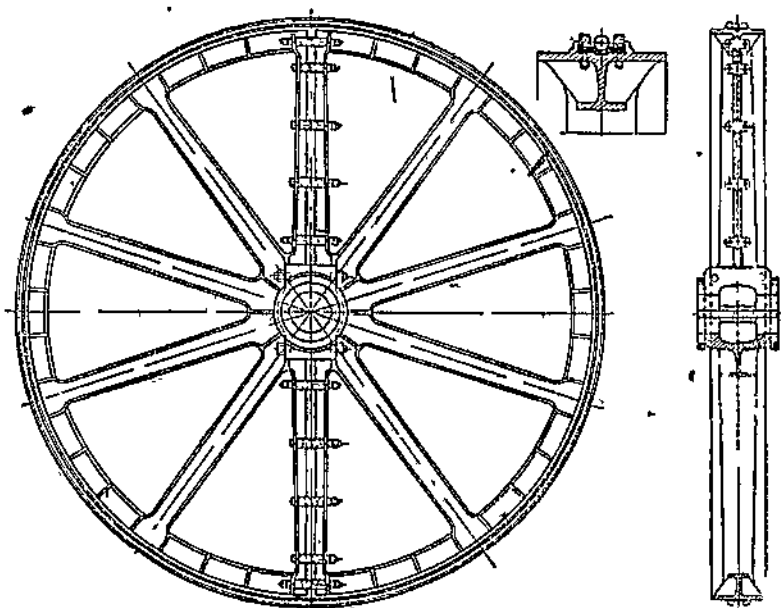
Фиг. 93. Одинарный бицилиндроконический барабан.



Фиг. 94. Шкив Кепе клепаной конструкции с деревянной футеровкой и узким ободом.

В установках системы Кепе направляющие шкивы располагают на копре друг над другом в одной вертикальной плоскости с ведущим шкивом Кепе. По «Правилам безопасности» воспрещается применение подъемных установок системы Кепе с направляющими шкивами, расположенными в плоскостях, не совпадающих со средней плоскостью ведущего шкива¹ (§ 75 «Пр. без.»).

При эксплуатации подъемной установки системы Кепе необходимо самое серьезное внимание обращать на то, чтобы не было



Фиг. 95. Литой шкив Кепе с кожаной футеровкой и узким ободом.

скольжения каната по ведущему шкиву Кепе. Такое явление скольжения может получиться при большой разности натяжений ветвей подъемного каната. Поэтому требуется соблюдать следующие условия.

1. Необходимо уравновесить подъемный канат, для чего подвеска нижнего уравновешивающего каната, вообще говоря, обязательна.

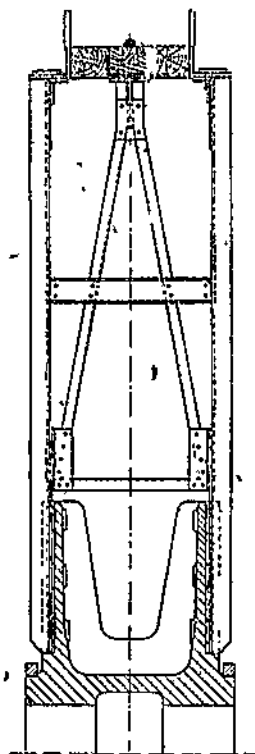
2. Установить путем подсчета предельную допустимую разность нагрузок подъемных сосудов, устраняющую скольжение подъемного каната. Эту разность нагрузок сосудов при эксплуатации подъема ни в коем случае превосходить нельзя. По «Правилам безопасности», при применении подъемных установок системы Кепе у ствола шахты должно быть вывешено объявление с обозначением нагрузок обеих клетей, при которых исключается опасность скольжения каната (§ 74 «Пр. без.»).

¹ Это запрещение не распространяется на установки, выполненные до опубликования «Правил безопасности» 1939 г.

3. Чтобы не уменьшать трения, нельзя покрывать подъемный канат смазкой, и необходимо следить, чтобы в зимний период не получалось обледенения подъемного каната.

4. Необходимо производить плавный пуск подъемной машины, в противном случае может получиться пробуксовывание шкива Кепе под канатом.

5. Нельзя допускать резкого торможения шкива Кепе в период останова, так как иначе может получиться скольжение каната в направлении вращения ведущего шкива, что приведет к аварии.



Фиг. 96. Шкив Кепе клепаной конструкции с уширенным ободом.

Для опрокидных клетей и опрокидных скипов применение системы Кепе не рекомендуется. В период опрокидывания эти сосуды часть своего мертвого веса передают на копер и уменьшают натяжение ветви каната. При таком положении будет получаться большая разность натяжения ветвей каната, которая может привести к скольжению.

В установках системы Кепе на нижней приемной площадке, из условий устранения скольжения каната, вместо кулаков или посадочных брусьев устанавливают качающиеся площадки.

Подъемная установка системы Кепе по сравнению с другими системами подъема имеет следующие основные преимущества.

1. Отсутствуют боковые отклонения струны каната при обычном расположении движущего и направляющего шкивов в одной вертикальной плоскости. Благодаря этому, во-первых, представляется возможным располагать подъемную машину сравнительно близко к стволу шахты¹, что дает более компактное расположение всей подъемной установки, а во-вторых, несколько улучшаются условия работы подъемного каната.

2. Габаритные размеры подъемной машины меньше, следовательно машина занимает меньшую площадь здания.

3. Движущий шкив Кепе легче барабанов, поэтому общая движущаяся масса подъемной установки в некоторых случаях может уменьшиться, в результате чего при системе Кепе вообще иногда может быть несколько уменьшена мощность подъемного двигателя.

4. Подъемная установка системы Кепе как более компактная и простая стоит относительно дешевле; эта разница особенно значительна при большой глубине шахты.

5. Один целый подъемный канат в системе Кепе почти вдвое короче двух подъемных канатов прочих систем.

¹ Расположение подъемной установки будет рассмотрено в главе VI.

6. Уменьшается опасность переподъема клетки при наличии опорных брусев в зумпфе шахты.

Относительные же недостатки системы Келе следующие.

1. При обрыве подъемного каната аварию претерпевают оба подъемных сосуда; в этом случае даже отсутствует возможность использования подъемной установки для производства спасательных работ (в установках с барабанами при обрыве одного каната можно производить подъем второй клетью).

2. При обрыве нижнего подвесного каната нарушается уравновешенность подъемной системы, что в большинстве случаев вызывает скольжение подъемного каната и приводит к аварии. При этом одна из клеток пойдет в ствол шахты, а другая будет загнана в направляющие шкивы (парашютные устройства клеток в данном случае действовать не могут).

3. Эксплуатация подъемной установки является более сложной, так как требуется тщательное наблюдение за соотношением нагрузок поднимаемой и опускаемой клеток и т. д., чтобы не могло получиться скольжения каната.

4. Невозможно допускать смазку подъемного каната из опасения его скольжения по ободу ведущего шкива, что ускоряет ржавление подъемного каната и уменьшает срок его службы.

5. Негде иметь запасную длину подъемного каната, поэтому периодические испытания каната не производятся, и «Правилами безопасности» ограничивается срок его службы.

6. Подъемный канат больше нагружен работой, так как при каждом подъеме он натягивается груженой клетью (в прочих системах натяжение каната при подъеме чередуется груженой и порожняковой клетями); кроме того, число перегибов каната больше.

7. Навеска и смена подъемных канатов являются более сложными: требуют специальных приспособлений, большого количества рабочей силы и занимают много времени.

8. Невозможно производить нормальный подъем обеими клетями с нескольких одновременно работающих горизонтов.

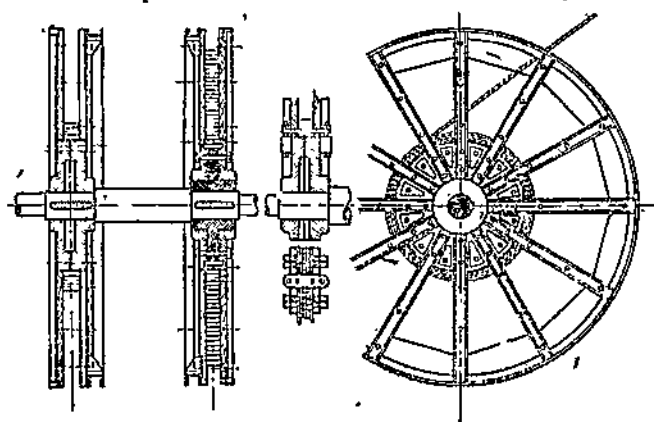
Как видно, подъемная установка системы имеет ряд серьезных недостатков, поэтому за последнее время у нас в Союзе она широкого распространения не получила. Преимущества же этой системы сказываются более значительно при очень глубоких шахтах, для которых; возможно, она и получит в некоторых случаях применение.

§ 22. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С БОБИНАМИ

Бобины служат для навивки плоского каната. Плоский канат при навивке на бобину ложится витком на виток.

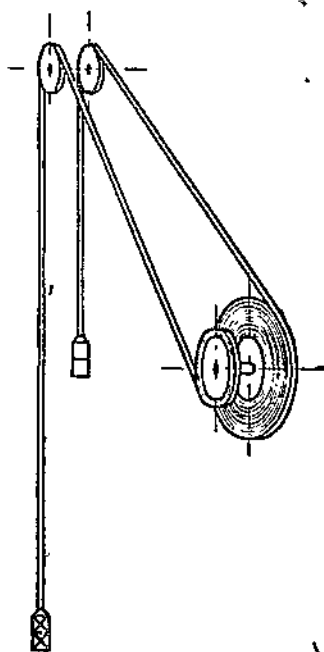
Бобина (фиг. 97) представляет собой узкую катушку, состоящую из сердечника бобины, с двумя высокими ребордами. Канат навивается на сердечник. Ширина сердечника принимается соответственно ширине каната с некоторым зазором возле реборда. Реборда выполняются из отдельных спиц, которые соединяются между собой ободом. Для предохранения от истирания боковых сторон каната (особенно выступающей с боков сшивки каната)

при его навивке на бобину спицы делают либо целиком деревянными, либо металлическими с деревянной футеровкой на внутрен-



Фиг. 97. Бобины.

них сторонах. Каждый канат навивается на свою бобину. Одна из бобин жестко заклинивается на валу, а другая (правая на фиг. 97) делается поворотной.



Фиг. 98. Схема подъемной установки с бобинами.

На фиг. 97 показан способ закрепления конца подъемного каната на бобине. Для ослабления натяжения каната в месте его закрепления на бобине должно оставаться не менее трех витков.

На фиг. 98 показана схема подъемной установки с бобинами. Направляющие шкивы на копре устанавливаются рядом. Расстояние между бобинами принимается равным расстоянию между шкивами, следовательно, каждая бобина располагается в одной вертикальной плоскости с направляющим шкивом.

Радиус навивки подъемного каната на бобине изменяется, поэтому бобины относятся к органам навивки переменного радиуса. Здесь, как и при других органах переменного радиуса навивки, в начале подъема поднимающаяся ветвь каната будет навиваться на малый диаметр (фиг. 98), а спускающаяся ветвь свиваться с большого диаметра. Во время подъема натяжение поднимаемой ветви будет уменьшаться вследствие сокращения длины отвеса каната, а радиус навивки ее будет увеличиваться; натяжение же опускаемой ветви будет увеличиваться, а радиус навивки ее будет уменьшаться. Моменты, создаваемые на валу бобины на-

тяжениями поднимаемой и опускаемой ветвей канатов, направлены взаимно противоположно. Следовательно (до определенной глубины шахт), можно подобрать соотношение начального и конечного радиусов навивки так, чтобы статические моменты в начале и в конце подъема были одинаковы. Это даст хорошее статическое уравнивание подъемной системы.

По «Правилам безопасности» применение плоского каната для главного и вспомогательного подъемов запрещается (за исключением уже построенных установок), следовательно областью применения бобин остается только проходческий подъем. В проходческих подъемных установках бобины получили широкое распространение.

§ 23. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ОРГАНОВ НАВИВКИ И НАПРАВЛЯЮЩИХ ШКИВОВ

Определение диаметра органов навивки и направляющих шкивов

При изгибе каната на барабане или шкиве проволоки каната получают напряжения. Эти напряжения от изгиба каната будут тем больше, чем меньше радиус барабана или шкива.

Если изгибать на одном и том же радиусе различные канаты, то чем больше диаметр каната и чем толще его проволоки, тем большие напряжения будет испытывать канат.

Следовательно, выбор диаметра барабана или шкива зависит от диаметра каната и диаметра проволок: чем больше диаметр каната и чем толще его проволоки, тем с большим диаметром должен быть принят барабан или шкив для подъемной установки.

В этой части «Правила безопасности» ставят следующие требования:

«Отношение диаметра направляющих шкивов или наименьшего диаметра навивки барабанов к диаметру каната должно быть не менее 80 в подъемных установках на поверхности и не менее 60 в подземных подъемных установках.

«Отношение диаметра направляющих шкивов или наименьшего диаметра навивки барабанов к наибольшему диаметру проволок каната должно быть не менее 1200 для установок на поверхности и не менее 900 для подземных установок.

«Отношение диаметра ведущего шкива в подъемных установках системы Кепе к диаметру каната должно быть не менее 120¹.

«Отношение диаметра барабана (шкивов) к диаметру каната закрытого типа должно быть не менее 125.

«В проходческих подъемных установках отношение наименьшего диаметра барабана или шкива к наибольшему диаметру проволок, составляющих круглый канат, должно быть не менее 900 для клетевых и бадьевых подъемов и не менее 300 для подъема подвесных насосов и полков.

«В проходческих подъемных установках с бобинами отношение наименьшего диаметра навивки к толщине плоского каната должно быть не менее 80.

¹ Это требование не распространяется на установки системы Кепе, построенные до издания «Правил безопасности» 1939 г.

«В установках на террикониках отношение наименьшего диаметра барабана или шкива к диаметру круглого каната должно быть не менее 50» (§ 132 «Пр. без.»).

На основании этих требований «Правил безопасности» можно определить наименьший допустимый для заданного каната диаметр органов навивки и направляющих шкивов.

Рассмотрим на примере способ определения диаметра цилиндрических барабанов и направляющих шкивов.

Обозначим через:

$D_б$ — диаметр барабанов,

$D_{шк}$ — диаметр направляющих шкивов,

d — диаметр каната,

δ — диаметр проволок каната.

Пример 5. Подъемная установка расположена на поверхности. Диаметр каната $d=34,5$ мм, диаметр проволок каната $\delta=1,6$ мм.

Определить диаметр двойных цилиндрических барабанов и диаметр направляющих шкивов.

Решение. При расположении подъемной установки на поверхности по «Правилам безопасности» отношение диаметра барабана к диаметру каната должно быть не менее 80, и отношение диаметра барабана к толщине проволок каната должно быть не менее 1200. Следовательно, диаметр барабана должен быть не менее 80 диаметров каната и не менее 1200 диаметров проволок каната:

$$D_б = 80 \cdot d \text{ и } D_б = 1200 \cdot \delta$$

или

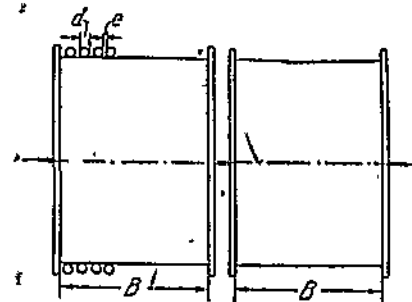
$$D_б = 80 \cdot 34,5 = 2760 \text{ мм и } D_б = 1200 \cdot 1,6 = 1920 \text{ мм.}$$

Мы видим, что диаметр барабана должен быть не менее 2760 мм. Выбираем по табл. 9 стандартные двойные цилиндрические барабаны ближайшего большего диаметра $D_б = 3000$ мм.

Требования для выбора диаметра направляющих шкивов те же, что и для барабанов. Принимаем $D_{шк} = 3000$ мм.

Определение ширины двойных цилиндрических барабанов

Шириной барабана считается ширина навивочной поверхности, т. е. расстояние между ребрами барабана (см. размер B на фиг. 99).



Фиг. 99. Схема двойного цилиндрического барабана.

При определении ширины B барабана необходимо учесть все витки каната, которые должны быть размещены на барабане, а также зазоры между витками. Зазор между витками e принимается в 2—3 мм.

На барабан будет навиваться:

1) длина каната, равная полной высоте подъема $H_{\text{п}}$;

2) запасная длина каната для испытаний, которая принимается равной около 30 м, и

3) витки трения (не менее трех витков).

Длина l одного витка каната соответствует длине окружности барабана, которая равна $3,14 \cdot D_б$, т. е.

$$l = 3,14 \cdot D_б$$

Число витков каната длиной $H + 30$ м будет равно

$$n_1 = \frac{H + 30}{l}$$

Полное число витков каната на барабане вместе с тремя витками трения

$$n = n_1 + 3$$

Один виток каната диаметром d , с учетом зазора между витками e , занимает на барабане ширину.

$$b = d + e$$

Необходимая ширина B каждого двойного цилиндрического барабана при навивке каната в один ряд получится путем умножения ширины, занимаемой каждым витком, на полное число витков.

$$B = b \cdot n$$

Пример 6. Для условий, рассмотренных в примере 5, определить ширину двойных цилиндрических барабанов при навивке каната в один ряд, если полная высота подъема $H = 250$ м.

Решение. Из примера 5 имеем: диаметр каната $d = 34,5$ мм и диаметр барабанов $D_6 = 3$ м.

Длина одного витка каната на барабане

$$l = 3,14 \cdot D_6 = 3,14 \cdot 3 = 9,42 \text{ м.}$$

Число витков каната при навивании длиной $H + 30$ м

$$n_1 = \frac{H + 30}{l} = \frac{250 + 30}{9,42} = \frac{280}{9,42} = 30 \text{ витков.}$$

Полное число витков каната на барабане (с тремя витками трения),

$$n = n_1 + 3 = 30 + 3 = 33 \text{ витка.}$$

Принимаем зазор между витками каната $e = 3$ мм.

Один виток каната, при учете зазора между витками, занимает ширину барабана

$$b = d + e = 34,5 + 3 = 37,5 \text{ мм.}$$

Необходимая ширина каждого барабана при навивке каната в один ряд

$$B = b \cdot n = 37,5 \cdot 33 = 1238 \text{ мм.}$$

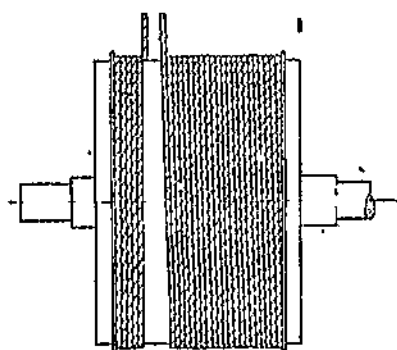
Стандартные подъемные машины с двумя цилиндрическими барабанами диаметром 3 м (см. табл. 9) имеют ширину каждого барабана 1000 или 1300 мм.

Следовательно, для нашего случая необходимо взять барабан шириной $B = 1300$ мм.

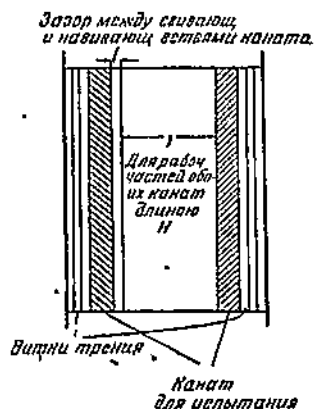
Определение ширины одинарного цилиндрического барабана

При одинарном барабане (фиг. 100) средняя часть цилиндра обычно служит попеременно для навивки обоих канатов.

В данном случае на барабане должны разместиться (фиг. 101):



Фиг. 100. Навивка каната на одинарный цилиндрический барабан.



Фиг. 101. Размещение витков каната на одинарном цилиндрическом барабане.

- 1) длина каната, равная полной высоте подъема, H м;
- 2) запасная длина канатов для испытаний (по 30 м для каждого каната, т. е. всего 60 м);
- 3) по три витка трения для каждой ветви каната, т. е. шесть витков трения, и
- 4) зазор между ветвями канатов, принимаемый равным ширине одного витка.

Число витков при навивании длины $H \pm 60$ м.

$$n_2 = \frac{H + 60}{l}$$

Учитывая витки трения и зазор между ветвями канатов, получаем полное число витков каната на барабане

$$n_0 = n_2 + 2 \cdot 3 + 1$$

$$n_0 = n_2 + 7$$

Необходимая ширина одинарного барабана

$$B_1 = b \cdot n_0$$

При наличии внутренних бобинок для навивки запасной длины каната для испытаний следует на барабане указанные 60 м каната не учитывать.

Пример 7. Определить основные размеры (диаметр и ширину) одинарного цилиндрического барабана подъемной машины, устанавливаемой под землей (при «слепой» шахте).

Высота подъема $H=215$ м. Диаметр каната $d=31$ мм, толщина проволока каната $\delta=2$ мм.

Решение. Вначале определим диаметр барабана.

В соответствии с требованиями «Правил безопасности», для подземной подъемной установки диаметр барабана должен быть не менее 60 диаметров каната и не менее 900 диаметров проволока каната, т. е.

$$D_6=60 \cdot d \text{ и } D_6=900 \cdot \delta;$$

$$D_6=60 \cdot 31=1860 \text{ мм и } D_6=900 \cdot 2=1800 \text{ мм.}$$

Следовательно, диаметр барабана должен быть не менее 1860 мм.

Выбираем по табл. 9 стандартную подъемную машину с одинарным цилиндрическим барабаном ближайшего подходящего диаметра $D_6=2500$ мм $\approx 2,5$ м.

Длина одного витка каната:

$$l=3,14 \cdot D_6=3,14 \cdot 2,5=7,85 \text{ м.}$$

Число витков каната длиной $H+60$ м:

$$n_1=\frac{H+60}{l}=\frac{215+60}{7,85}=\frac{275}{7,85}=35 \text{ витков.}$$

Полное число витков каната на барабане:

$$n_0=n_1+7=35+7=42 \text{ витка.}$$

Принимаем зазор между витками $e=3$ мм.

Ширина одного витка каната:

$$b=d+e=31+3=34 \text{ мм.}$$

Необходимая ширина одинарного барабана:

$$B_1=b \cdot n_0=34 \cdot 42=1428 \text{ мм.}$$

Стандартные подъемные машины с одним цилиндрическим барабаном диаметром 2,5 м (см. табл. 9) имеют ширину барабана 1000 и 1500 мм.

Следовательно, для нашего случая необходимо взять барабан шириной $B_1=1500$ мм.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается назначение и конструкция направляющих шкивов.
2. Какое назначение имеет футеровка направляющих шкивов и какие требования предъявляют «Правила безопасности» к ее укреплению?
3. Какие требования предъявляются к установке направляющих шкивов на копре?
4. Каких типов бывают подъемные машины в зависимости от органов навивки каната?
5. Какие органы навивки каната относятся к постоянному радиусу и какие к переменному?
6. Как производится прикрепление конца подъемного каната к барабану?
7. В каких случаях допускают «Правила безопасности» двойную и многослойную навивку каната на барабаны и какие дополнительные условия ставят «Правила безопасности» при двойной навивке?
8. Как различаются подъемные машины с цилиндрическими барабанами в зависимости от числа барабанов?

9. Как производится отсоединение холостого барабана от вала подъемной машины?
10. Какие бывают стопорные устройства для холостого барабана?
11. Как производится перестановка клетей при переходе работы на другой горизонт?
12. Какое имеют назначение и как устроены внутренние бобины одинарных барабанов?
13. Какие преимущества и недостатки имеют одинарные цилиндрические барабаны по сравнению с двойными?
14. Как устроен разрезной одинарный барабан?
15. Какие бывают барабаны переменного радиуса навитки?
16. Как устроен ведущий шкив в установках системы Кепе?
17. Как располагаются направляющие шкивы в установках системы Кепе?
18. Какие условия для устранения скольжения подъемного каната следует соблюдать в установках системы Кепе?
19. Какие преимущества и недостатки имеет подъемная установка системы Кепе?
20. Для навитки какого каната служат бобины и где разрешается применение подъема с бобинами?
21. Как располагают направляющие шкивы при установках с бобинами?
22. Можно ли при бобинах получить полное статическое уравнивание подъемной системы?
23. Как определить диаметр барабанов и направляющих шкивов?
24. Как определить ширину двойных и одинарных цилиндрических барабанов?

Глава VI

КОПРЫ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

§ 24. КОПРЫ

Копер (фиг. 102) состоит из вертикального станка 1, в котором движутся подъемные сосуды 2, площадок 4—4 и 5—5 для направляющих шкивов 6 и 7 и укосины или ноги 3. Укосина воспринимает в основном нагрузку от натяжений подъемных канатов.

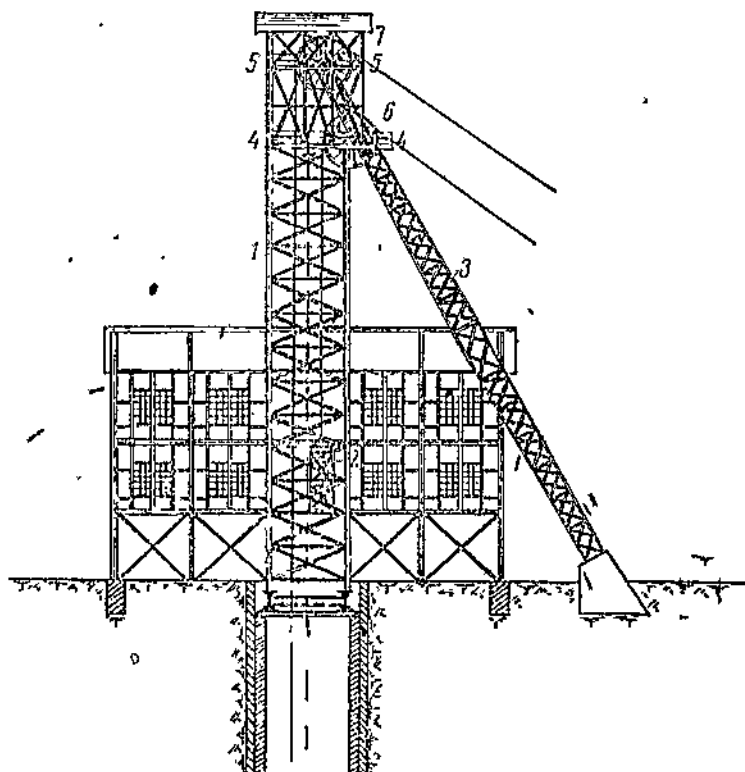
На фиг. 102 показано расположение направляющих шкивов друг над другом на двух копровых (подшкивных) площадках; на фиг. 1 направляющие шкивы расположены рядом на одной копровой площадке.

Копры бывают деревянные, металлические и железобетонные.

Деревянные копры являются относительно более дешевыми, однако срок их службы небольшой, и они опасны в пожарном отношении. С целью предохранения в некоторой степени деревянных копров от гниения и воспламенения их пропитывают или покрывают специальными составами. Деревянные копры применяют при проходке, а также при эксплуатации мелких шахт с небольшим сроком существования.

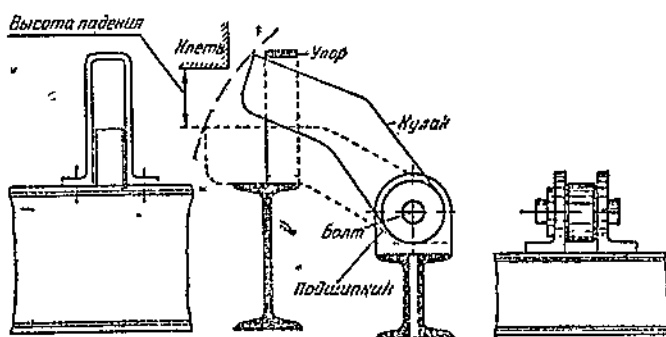
Наибольшее распространение получили как более долговечные и удобные для эксплуатации металлические копры. Следует отметить, что металлические копры начинают вытеснять деревянные и в проходческих подъемах, а также при эксплуатации малых шахт; в таких случаях металлические копры делают разборными и по окончании проходки или эксплуатации шахты их переносят на другое место.

В станке конра укрепляются проводники, которые являются продолжением проводников ствола шахты и служат направляющими для подъемных сосудов.



Фиг. 102. Металлический копер.

По «Правилам безопасности» над устьем шахты при всех системах клетьевого подъема направляющие должны быть сближены на такой высоте, чтобы не могло произойти поднятие клетки



Фиг. 103. Аварийные копровые кулаки.

под шкивы. Вместе с тем должны быть приспособления, которые в случае разрыва каната при переподъеме клетки воспрепятствовали бы падению клетки (аварийные копровые кулаки и др.)¹ (§ 77 «Пр. без.»).

На фиг. 103 показаны аварийные копровые кулаки; такие кулаки приподнимаются при переподъеме клетки самой клетью и подхватывают ее в случае обрыва подъемного каната.

§ 25. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ВЫСОТЫ КОПРА

Высотой копра считают расстояние по вертикали от устья ствола шахты до оси направляющих шкивов.

Необходимая высота копра H_k для подъемной установки, оборудованной обыкновенными клетями, складывается из:

- 1) превышения верхней приемной площадки над устьем шахты $h_{пр.пл.}$;
- 2) полной высоты клетки с прицепным устройством для подъемного каната до оси верхнего зажима $h_{кл}$ и
- 3) запасной высоты переподъема $h_{пер}$, т. е.

$$H_k = h_{пр.пл.} + h_{кл} + h_{пер}$$

При расположении направляющих шкивов одного над другим величину H_k следует считать до оси нижнего шкива.

Необходимая высота копра для подъема скипами и опрокидными клетями складывается из:

- 1) превышения кромки бункера над устьем шахты $h_{бунк.}$;
- 2) вертикального расстояния от кромки бункера до оси верхнего зажима каната скипа или опрокидной клетки при нормальном их положении разгрузки $h_{разгр}$ и
- 3) запасной высоты переподъема $h_{пер}$

$$H_k = h_{бунк.} + h_{разгр} + h_{пер}$$

В части запасной высоты копра на случай переподъема сосуда «Правила безопасности» ставят следующие требования:

1. Высота переподъема для клетевых подъемных установок должна быть: при максимальных скоростях подъема не выше 3 м/сек — не менее 4 м и при максимальных скоростях подъема выше 3 м/сек — не менее 6 м.

Под высотой переподъема подразумевается:

- а) для обыкновенных клетей — высота, на которую может свободно подняться клеть от нормального положения при разгрузке на верхней приемной площадке до места соприкосновения верхнего жимка каната с ободом направляющего шкива, или самой клетки, или отдельных частей с элементами копра;

- б) для опрокидных клетей — высота, на которую может

¹ Тип улавливающих приспособлений и сроки их установки в каждом случае согласовываются с Государственной горнотехнической инспекцией (Приложение к 77 «Пр. без.»).

подняться клеть от нормального положения при посадке людей до момента начала поворота платформы клетки, если не имеется отвода разгрузочных направляющих при подъеме людей. В случае отвода разгрузочных направляющих при подъеме людей высота переподъема считается от верхнего положения клетки при посадке людей, как в п. «а» (§ 94 «Пр. без.»).

2. Высота переподъема, при подъеме грузов исключительно в скипах и опрокидных клетях, должна быть не менее 2,5 м.

Под высотой переподъема в этих случаях подразумевается высота, на которую может свободно подняться скип или опрокидная клеть от нормального положения при разгрузке до места соприкосновения верхнего жимка каната с ободом направляющего шкива, или самого скипа, клетки или отдельных их частей с элементами копра (§ 95 «Пр. без.»).

Пример 8. Определить необходимую высоту копра для подъемной установки с типовыми обыкновенными одноэтажными клетями на одностороннюю вагонетку. Установка производит, кроме выдачи груза, спуск-подъем людей. Высота верхней приемной площадки $h_{пр.пл} = 7$ м. Максимальная скорость подъема 5 м/сек.

Решение. Полная высота клетки с прицепным устройством для подъема каната до оси верхнего зажима (по табл. 2) $h_{кл} = 5,3$ м. Высота переподъема для данного случая по «Правилам безопасности» должна быть не менее 6 м; принимаем $h_{пер} = 6,7$ м.

Необходимая высота копра:

$$H_k = h_{пр.пл} + h_{кл} + h_{пер} = 7 + 5,3 + 6,7 = 19 \text{ м.}$$

§ 26. УГЛЫ ОТКЛОНЕНИЯ КАНАТА НА БАРАБАНЕ И НАПРАВЛЯЮЩЕМ ШКИВЕ. НАИМЕНЬШАЯ ДОПУСТИМАЯ ДЛИНА СТРУНЫ КАНАТА

На фиг. 104 показана схема расположения подъемной установки с одинарным цилиндрическим барабаном. Направляющие шкивы установлены друг над другом в одной вертикальной плоскости, которая проходит через середину барабана перпендикулярно его оси.

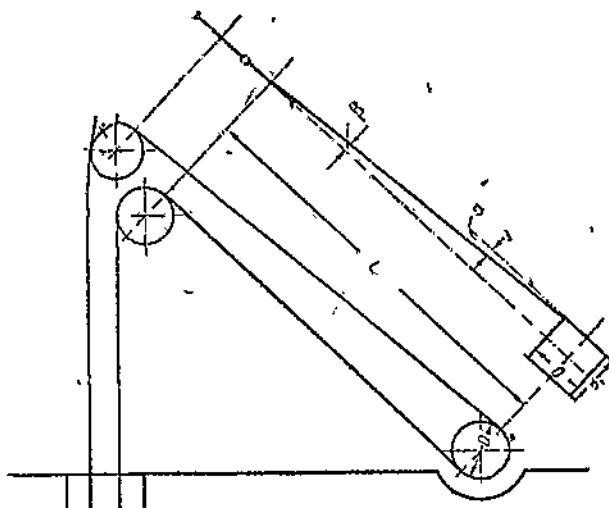
Подъемный канат, при навивке на барабан будет отклоняться от этой (так называемой нормальной) плоскости. Углы отклонения струны каната от нормальной плоскости на направляющем шкиве β и на барабане α называются углами девиации струны каната. Эти углы отклонения достигают наибольшего значения при крайнем положении струны каната на барабане.

Чем больше допускают углы отклонения, тем в худшие условия работы ставится подъемный канат. При больших углах отклонения будет происходить значительный боковой изгиб каната на направляющем шкиве, увеличится трение каната о реборды направляющего шкива, а также увеличится трение витка о виток на барабане с весьма большим давлением. Все это приводит к быстрому износу каната. Кроме того, при больших углах девиации возникает опасность соскакивания каната с направляющего шкива.

В практике принимают для подъемных установок с цилиндрическими барабанами углы отклонения каната на барабане и

направляющем шкиве не более $1^{\circ}30'$ (один градус тридцать минут, т. е. полтора градуса)¹.

Чем больше ширина B_1 барабана, тем больше углы девиации каната. При одной и той же ширине барабана, чем ближе поставить к стволу шахты подъемную машину, тем короче будет струна каната и тем больше будут углы девиации. Таким образом ве-



Фиг. 104. Схема расположения подъемной установки с одинарным цилиндрическим барабаном.

личина углов девиации зависит от ширины барабана B_1 и длины струны каната L .

Из прямоугольного треугольника (см. верхнюю проекцию на фиг. 104) можно определить длину струны каната в зависимости от ширины барабана и допускаемых углов отклонения каната. Принимая наибольший допустимый угол отклонения каната в $1^{\circ}30'$, получаем для установки с одинарным барабаном при расположении шкивов в одной вертикальной плоскости наименьшую возможную длину струны каната.

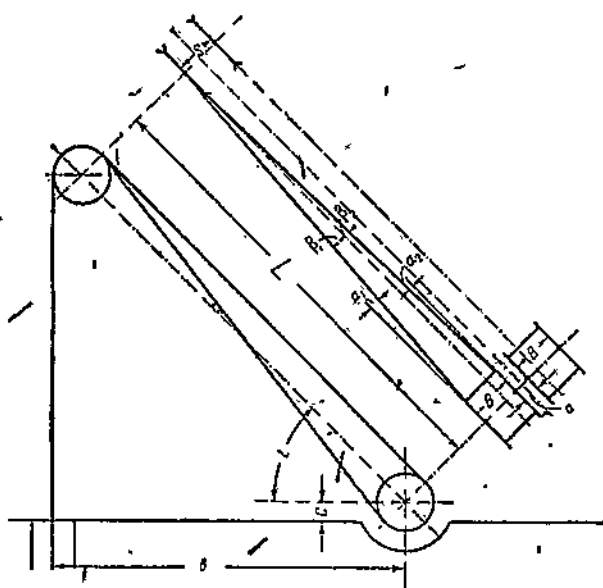
$$L_{\text{наим}} = 19,1 \cdot B_1$$

Так например, при ширине одинарного барабана $B_1 = 1$ м наименьшая допустимая длина струны каната $L_{\text{наим}} = 19,1 \cdot 1 = 19,1$ м.

В данном случае углы отклонения каната α и β будут равны $1^{\circ}30'$; следовательно, при ширине барабана в 1 м принимать длину струны каната менее 19,1 м нельзя, так как иначе углы девиации выйдут за пределы допустимой нормы.

¹ Углы измеряются градусами. Градус (угловой) равен одной девяностой доле прямого угла. Одна шестидесятая доля градуса называется минутой.

На фиг. 105 представлена схема расположения подъемной машины с двумя цилиндрическими барабанами. Направляющие шкивы расположены рядом на одной высоте. Подъемная машина устанавливается в этом случае так, чтобы нормальная плоскость, идущая посередине между шкивами, проходила посередине между барабанами. Канат при навивке на барабан будет отклоняться



Фиг. 105. Схема расположения подъемной установки с двойными цилиндрическими барабанами.

вправо и влево от плоскости шкива. Углы отклонения каната обозначены: на барабане внешний α_1 и внутренний α_2 (на шкиве соответственно β_1 и β_2).

Внешний угол отклонения каната может и не равняться, а быть больше или меньше внутреннего угла отклонения каната. Это зависит от ширины барабана B , расстояния между навивочными поверхностями барабанов a и расстояния между отвесами канатов S (см. фиг. 105).

Если принять внешний угол отклонения каната равным $1^\circ 30'$, то из соответствующего треугольника получим, что длина струны каната

$$L_{\text{наим}} = 19,1 (2B + a - s)$$

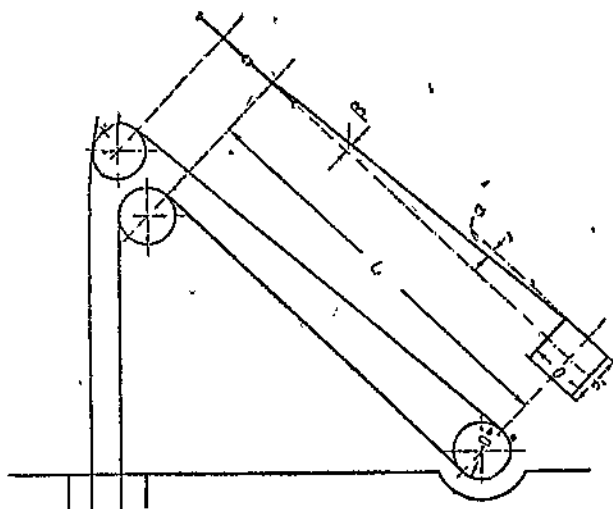
При внутреннем угле отклонения каната в $1^\circ 30'$ длина струны каната соответственно

$$L_{\text{наим}} = 19,1 (s - a)$$

Пример 9. Расстояние между отвесами канатов (расстояние между осями подъемных отделений ствола шахты) $s = 1,5$ м. Подъемная машина — с двумя цилиндрическими барабанами. Ширина каждого барабана $B = 1,3$ м; расстояние между навивочными поверхностями барабанов $a = 0,5$ м.

направляющем шкиве не более $1^{\circ}30'$ (один градус тридцать минут, т. е. полтора градуса) ¹.

Чем больше ширина B_1 барабана, тем больше углы девиации каната. При одной и той же ширине барабана, чем ближе поставить к стволу шахты подъемную машину, тем короче будет струна каната и тем больше будут углы девиации. Таким образом ве-



Фиг. 104. Схема расположения подъемной установки с одинарным цилиндрическим барабаном.

личина углов девиации зависит от ширины барабана B_1 и длины струны каната L .

Из прямоугольного треугольника (см. верхнюю проекцию на фиг. 104) можно определить длину струны каната в зависимости от ширины барабана и допускаемых углов отклонения каната. Принимая наибольший допустимый угол отклонения каната в $1^{\circ}30'$, получаем для установки с одинарным барабаном при расположении шкивов в одной вертикальной плоскости наименьшую возможную длину струны каната.

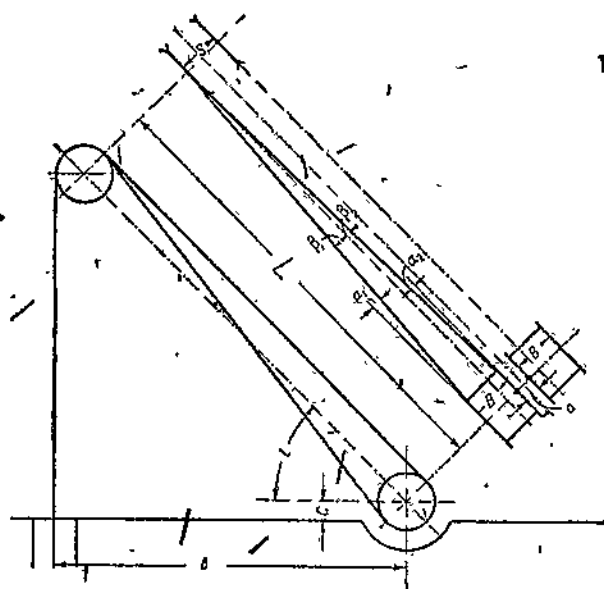
$$L_{\text{наим}} = 19,1 \cdot B_1$$

Так например, при ширине одинарного барабана $B_1 = 1$ м наименьшая допустимая длина струны каната $L_{\text{наим}} = 19,1 \cdot 1 = 19,1$ м.

В данном случае углы отклонения каната α и β будут равны $1^{\circ}30'$; следовательно, при ширине барабана в 1 м принимать длину струны каната менее 19,1 м нельзя, так как иначе углы девиации выйдут за пределы допустимой нормы.

¹ Углы измеряются градусами. Градус (угловой) равен одной девяностой доле прямого угла. Одна шестидесятая доля градуса называется минутой.

На фиг. 105 представлена схема расположения подъемной машины с двумя цилиндрическими барабанами. Направляющие шкивы расположены рядом на одной высоте. Подъемная машина устанавливается в этом случае так, чтобы нормальная плоскость, идущая посередине между шкивами, проходила посередине между барабанами. Канат при навивке на барабан будет отклоняться



Фиг. 105. Схема расположения подъемной установки с двойными цилиндрическими барабанами.

вправо и влево от плоскости шкива. Углы отклонения каната обозначены: на барабане внешний α_1 и внутренний α_2 (на шкиве соответственно β_1 и β_2).

Внешний угол отклонения каната может и не равняться, а быть больше или меньше внутреннего угла отклонения каната. Это зависит от ширины барабана B , расстояния между навивочными поверхностями барабанов a и расстояния между отвесами канатов S (см. фиг. 105).

Если принять внешний угол отклонения каната равным $1^\circ 30'$, то из соответствующего треугольника получим, что длина струны каната

$$L_{\text{наим}} = 19,1(2B + a - s)$$

При внутреннем угле отклонения каната в $1^\circ 30'$ длина струны каната соответственно

$$L_{\text{наим}} = 19,1(s - a)$$

Пример 9. Расстояние между отвесами канатов (расстояние между осями подъемных отделений ствола шахты) $s = 1,5$ м. Подъемная машина — с двумя цилиндрическими барабанами. Ширина каждого барабана $B = 1,3$ м; расстояние между навивочными поверхностями барабанов $a = 0,6$ м.

Определить наименьшую допустимую длину струны каната.
 Решение. Принимаем предельный допустимый угол девиации в $1^{\circ}30'$.
 Из условий внешнего угла отклонения

$$L_{\text{ном}} = 19,1(2B + a - s) = 19,1(2 \cdot 1,3 + 0,6 - 1,5) = 19,1 \cdot 1,7 = 32,5 \text{ м.}$$

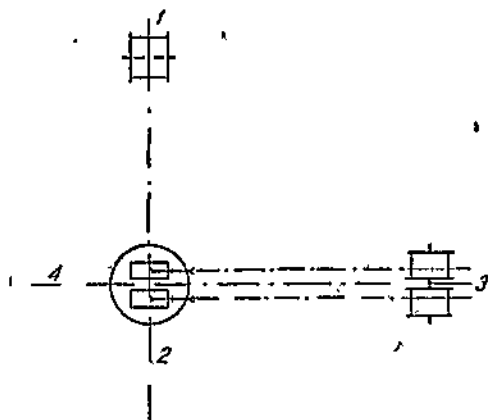
Из условий внутреннего угла отклонения

$$L_{\text{ном}} = 19,1(s - a) = 19,1(1,5 - 0,6) = 19,1 \cdot 0,9 = 17,2 \text{ м.}$$

Если принять в данном случае длину струны 17,2 м (по внутреннему углу), то внешний угол выйдет за пределы $1^{\circ}30'$, что недопустимо. Поэтому наименьшей допустимой длиной струны каната будет $L = 32,5 \text{ м.}$

§ 27. РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ ОТНОСИТЕЛЬНО СТВОЛА ШАХТЫ

Превышение оси барабанов подъемной машины над поверхностью земли (размер c на фиг. 105) принимают в пределах 1—2 м. Расстояние подъемной машины от ствола шахты a при заданной высоте копра определяют так, чтобы между машиной и стволом шахты можно было пропустить ногу копра и располо-



Фиг. 106. Расположение подъемной машины относительно ствола шахты.

жить поверхностные сооружения (машинное и надшахтное здания). Кроме того, длина струны каната должна быть не менее той величины, которую мы определяем при предельных углах девиации $1^{\circ}30'$.

Отставлять слишком далеко подъемную машину от ствола шахты нецелесообразно, так как длинная струна каната будет иметь сильные колебания во время работы подъема, а это вызовет большие напряжения в канате. В практике допускают длину струны каната не более 55—60 м.

Одновременно необходимо учитывать, чтобы средний угол наклона струн каната к горизонту φ был не менее 30° . В против-

ном случае при обычных конструкциях подъемных машин может получаться задевание нижней струны каната за раму подъемной машины.

Для более компактного расположения подъемной установки нормально принимают при подъемных машинах с одним цилиндрическим барабаном расположение направляющих шкивов друг над другом в одной вертикальной плоскости (фиг. 104) и при машинах с двумя барабанами — расположение шкивов рядом на одной высоте (фиг. 105). При установке системы Кене направляющие шкивы, как уже указывалось, располагают друг над другом в одной вертикальной плоскости со шкивом трения. При установках с бобинами шкивы ставят рядом.

Необходимо учитывать, что расположение направляющих шкивов на копре, со своей стороны, зависит от расположения подъемных сосудов в стволе шахты. Для установки направляющих шкивов друг над другом в одной вертикальной плоскости при определенном положении сосудов (фиг. 106) совершенно очевидно, что подъемную машину следует расположить относительно ствола шахты со стороны 1 или 2. Точно так же расположение шкивов рядом вызывает необходимость расположения машины со стороны 3 или 4.

При выборе места расположения подъемной машины необходимо учитывать рельеф поверхности, а также имеющиеся или проектируемые сооружения около ствола шахты (поверхностные бункеры, эстакады, здания и т. п.).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Из каких основных частей состоит копер и какое назначение имеет укосина копра?
2. Какие преимущества и недостатки имеет металлический копер по сравнению с деревянным?
3. Какие предохранительные устройства требуют «Правила безопасности» против поднятия клетки под шкивы и против падения ее в ствол шахты в случае обрыва каната при переподъеме?
4. Как определить необходимую высоту копра для клетьевого и для скипового подъемов?
5. Что такое высота переподъема и какая требуется «Правилами безопасности» высота переподъема для клетьевых и для скиповых установок?
6. Что такое углы отклонения каната (углы девиации) и какой предельный угол отклонения допускается в подъемных установках?
7. От чего зависит наименьшая допустимая длина струны каната и как ее определить для установок с одинарным и двойными цилиндрическими барабанами?
8. Как нормально располагают направляющие шкивы на копре в зависимости от органов навивки у подъемной машины?
9. Как увязывается расположение направляющих шкивов и подъемной машины в зависимости от размещения подъемных сосудов в стволе шахты?

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Из механического оборудования подъемной машины нами были рассмотрены в главе V органы навивки подъемного каната. Рассмотрим остальные элементы, составляющие механическую часть подъемной машины.

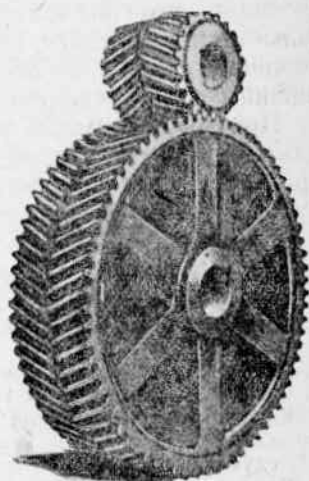
§ 28. ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

Зубчатая передача в подъемной машине служит для уменьшения числа оборотов органа навивки (барабанов, бобин и пр.) по сравнению с числом оборотов электродвигателя.

В табл. 9 стандарта шахтных электрических подъемных машин указаны принятые передаточные отношения зубчатых колес 9,5; 10,5; 11,5; 20 и 30. Передаточное отношение в данном случае



Фиг. 107. Зубчатые колеса с прямыми зубьями.



Фиг. 108. Зубчатые колеса с шевронными (кресыми) зубьями.

показывает, во сколько раз число оборотов барабана будет меньше числа оборотов подъемного двигателя. При передаточных отношениях до 15 в подъемных машинах обычно принимают одинарную зубчатую передачу (одну пару зубчатых колес), а при передаточном отношении более 15 — двойную зубчатую передачу (две пары зубчатых колес). Таким образом в стандартных машинах при передаточном отношении 9,5; 10,5 и 11,5 приняты одинарные зубчатые передачи и при отношении 20 и 30 — двойные зубчатые передачи.

Подъемные лебедки типа ПМ Сталинского завода (см. табл. 10) имеют передаточное число в пределах от 20 до 36 и двойную зубчатую передачу (см. фиг. 84 и 85).

Установка одинарной зубчатой передачи требует применения более тихоходного (а следовательно более дорогого) электродвигателя. Однако одинарная передача дает меньшие потери энергии, чем двойная: при одинарной передаче потери энергии составляют 4—8%, а при двойной 8—15%.

В подъемных машинах зубчатые колеса и шестерни делают с фрезерованными зубьями. При малых и средних моментах вращения применяют колеса с прямыми зубьями (фиг. 107) и при больших — с шевронными (косыми) зубьями (фиг. 108).

Большое зубчатое колесо изготовляют литым из чугуна или стали. Иногда же большое количество выполняют составным, а именно литым из чугуна и с насаженным стальным бандажом с нарезанными зубьями.

Шестерни изготовляют из хромоникелевой или другой высококачественной стали. В некоторых случаях малые шестерни составляют одно целое с валом.

Зубчатые колеса помещают в закрытый кожух. В малых машинах смазка зубчатых колес производится погружением их в налитую в кожухе смазку. В больших же машинах смазка подается к зубчатым колесам специальным насосом.

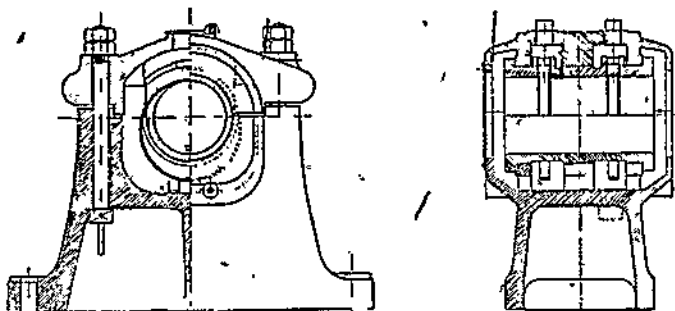
§ 29. ВАЛЫ

Главный вал подъемной машины, на котором находятся органы наливки, изготовляют из высококачественной стали.

При большой длине вала (в больших подъемных машинах) валы делают составными из двух частей.

§ 30. ПОДШИПНИКИ

Тело подшипников изготовляют литым из чугуна или стали. Вкладыши подшипников заливаются баббитом. Коренные подшипники для подъемных машин с зубчатыми передачами и специально наклонными профилями зубьев применяются неподвижного



Фиг. 109. Коренной подшипник с кольцевой смазкой.

типа. В машинах с непосредственным соединением вала барабанов с валом мотора или с обыкновенной зубчатой передачей применяются самоустанавливающиеся подшипники типа Селлеса.

Смазка подшипников применяется обычно кольцевая при помощи подвижных колец, свободно лежащих (фиг. 109) или жестко закрепленных на валу.

§ 31. РАМА

Рама подъемной машины представляет собой жесткую металлическую конструкцию, склепанную или сваренную из нормальных профилей. Рама устанавливается на подготовленном заранее фундаменте, крепится к нему длинными болтами и заливается цементом.

§ 32. ТОРМОЗА

В период работы подъема для уменьшения скорости движения клетей или скипов до их полной остановки в большинстве случаев необходимо производить торможение подъемной машины при помощи механического тормоза. Затормаживание машины требуется производить и на время паузы между подъемами при загрузке подъемных сосудов. Указанное торможение производят при помощи так называемого рабочего (маневрового) тормоза.

Кроме того, в процессе работы подъема может возникнуть ряд ненормальностей, например заклинивание подъемных сосудов в проводниках, выключение тока на подстанции, подход клетей или скипов к месту разгрузки с повышенной скоростью и т. п. Эти явления могут вызвать аварию подъема и поэтому требуют быстрой остановки подъемной машины. В таких случаях остановку машины производят предохранительным (аварийным) тормозом, который может приводиться в действие как от руки машинистом, так и автоматически при помощи ряда предохранительных устройств.

По «Правилам безопасности», в соответствии с указанным, в каждой подъемной установке должны быть предусмотрены два способа механического торможения — рабочее и предохранительное, для которых должны быть предусмотрены два независимых друг от друга включения. Указанные способы торможения могут осуществляться одним или двумя тормозными устройствами (из § 144 «Пр. без.»).

В небольших подъемных машинах рабочий и предохранительный тормоза обычно устанавливают отдельно друг от друга, т. е. такие машины имеют два самостоятельных тормозных устройства. В крупных же машинах рабочий и предохранительный тормоза выполняются с одним общим для них исполнительным органом, т. е. общими тормозными колодками и тормозными ободами, но с отдельными приводами и их включениями.

Исполнительный орган тормозного устройства

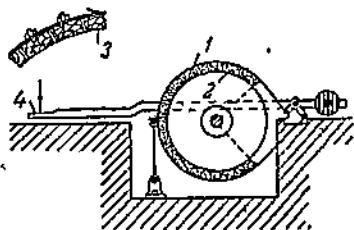
Исполнительный орган тормозного устройства может быть выполнен в виде ленточного или колодочного тормоза.

Ленточный тормоз (фиг. 110) представляет собой стальную ленту 1, которая охватывает тормозный обод 2. Лента

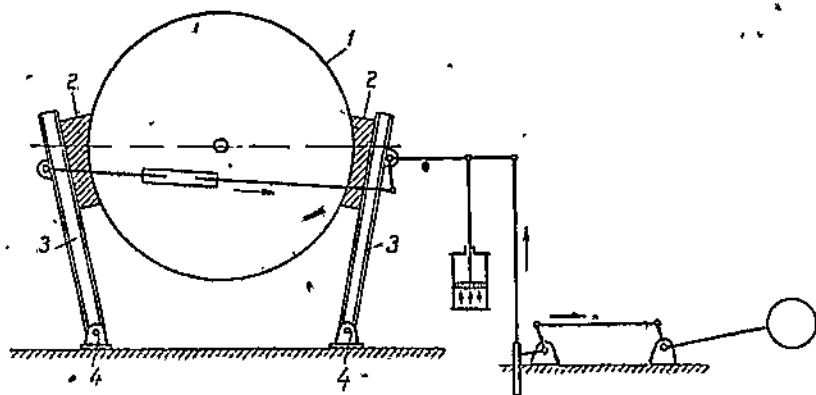
имеет с внутренней стороны деревянную футеровку 3. При нажатии на педаль 4 лента при помощи рычагов натягивается и производит надавливание на тормозной обод. Между тормозным ободом и футеровкой ленты возникает при таком надавливании сила трения, которая производит торможение. Деревянная футеровка ленты служит для увеличения силы трения и предохранения ленты и обода от быстрого износа. Футеровка прикрепляется к ленте при помощи болтов и по мере износа заменяется новой.

Колодочный тормоз (фиг. 111) состоит из деревянных колодок 2—2, укрепленных на качающихся опорных рычагах 3—3. Колодки с опорными рычагами располагаются обычно с двух противоположных сторон тормозного обода 1, с тем чтобы давление колодок при нажиме на обод не передавалось на вал и его подшипники. Колодки при помощи системы рычагов и тяг приводятся в движение от привода, нажимают на обод и вызывают торможение.

Колодки делают из дуба, вяза или тополя. При торможении колодки должны всей своей поверхностью прилегать к тормоз-



Фиг. 110. Ленточный тормоз.



Фиг. 111. Двусторонний колодочный тормоз европейской конструкции.

ному ободу, а при оттормаживании отходить от него на одинаковые расстояния. Это расстояние допускают 1—5 мм. По мере износа колодок указанный зазор должен быть отрегулирован при помощи приспособлений, предусматриваемых в конструкциях тормозов. Колодки делают съемными, и при износе их заменяют новыми.

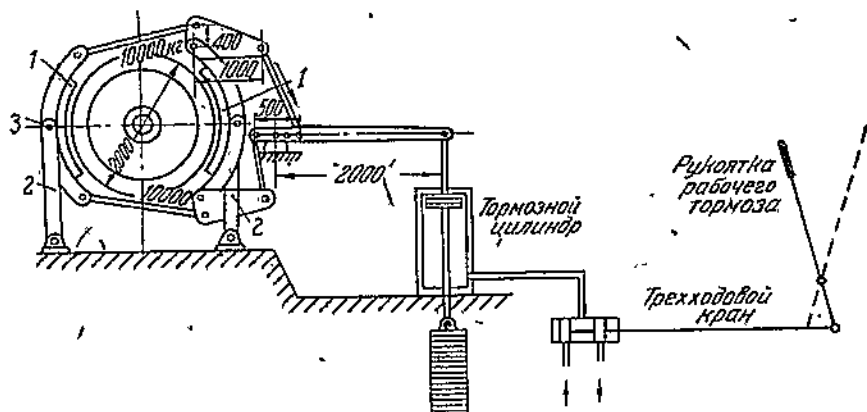
Колодочные тормоза в подъемных машинах применяют с так называемыми европейской и американской конструкциями исполнительного органа.

В тормозах европейской конструкции (фиг. 111) тормозные колодки жестко укреплены на опорных рычагах, имеющих внизу

неподвижные шарниры 4. В таких тормозах колодки получают качательное перемещение относительно нижних шарниров.

В тормозах американской конструкции (фиг. 112) тормозные колодки 1 связаны посередине с опорными рычагами 2 при помощи шарниров 3, поэтому колодки получают поступательное движение.

Европейская конструкция тормоза более простая, но относительным недостатком ее является неравномерное распределение давления по поверхности колодок, в результате чего колодки имеют неравномерный износ. В тормозах американской конструкции



Фиг. 112. Колодочный тормоз американской конструкции.

ции давление на колодки распределяется более равномерно, так как колодки перемещаются параллельно самим себе.

В отношении исполнительного органа тормозов подъемных машин «Правила безопасности» ставят следующие требования.

1. Предохранительные тормоза должны быть обязательно колодочными (из § 145 «Пр. без.»).

2. Исполнительный орган тормозного устройства должен быть выполнен в виде колодочного тормоза, действующего на тормозные шкивы, которые должны находиться на валу органа наливки и быть скреплены с ободом органа наливки (из § 146 «Пр. без.»).

3. Установка тормозных шкивов на валу мотора или на промежуточном валу допускается лишь для рабочего торможения. В этих случаях допускается применение исполнительного органа как колодочного, так и ленточного типов (из § 146 «Пр. без.»).

Привод тормозов

В зависимости от типа привода тормозов и от вида энергии, производящей нажатие колодок в период торможения, тормоза бывают:

- 1) мускульные: ручные или ножные (педальные);
- 2) паровые (обычно при паровых, подъемных машинах);

3) пневматические (работающие сжатым воздухом, который получается от компрессора);

4) гидравлические (обычно масляные,—масло нагнетается при помощи специального насоса) и

5) грузовые (приводимые в движение падающим грузом).

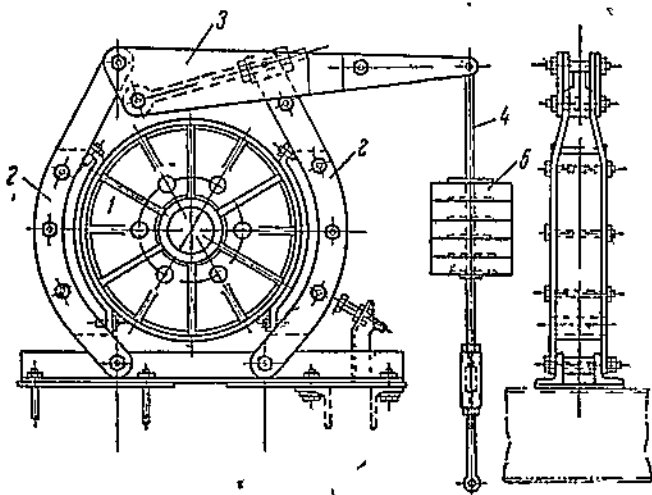
Наиболее надежное действие дает грузовой привод, поэтому по «Правилам безопасности» для предохранительного торможения обязательно применение грузового привода (из § 145 «Пр. без.»). Подъем груза при оттормаживании предохранительного тормоза может производиться любым способом.

Рабочие тормоза подъемных машин встречаются с различными типами приводов и способами оттормаживания.

Тормоза подъемных лебедок типа ПМ Сталинского завода

Подъемные лебедки типа ПМ Сталинского завода снабжены рабочим (маневровым) и предохранительным (аварийным) тормозами, установленными раздельно; каждый тормоз имеет самостоятельный исполнительный орган и привод.

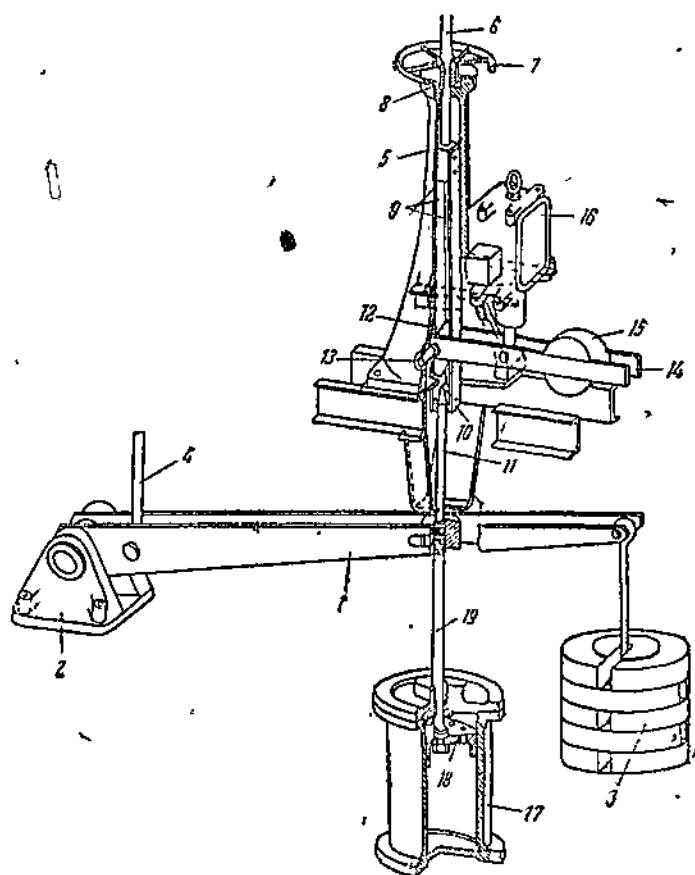
Рабочий (маневровый) тормоз лебедок типа ПМ (фиг. 113) колодочный с грузовым приводом. Его торможение передается



Фиг. 113. Рабочий (маневровый) тормоз подъемной лебедки типа ПМ Сталинского завода.

шкиву 1, установленному на моторном валу лебедки. Рычаги 2—2 тормозных колодок в своей верхней части связаны шарнирно при помощи рычага 3, к которому на штанге 4 подвешен груз 5. Под давлением этого груза колодки находятся в прижатом (заторможенном) состоянии. Для оттормаживания рабочего тормоза машинист вручную при помощи рукоятки через систему рычагов поднимает груз 5, в результате чего колодки отходят от обода тормозного шкива.

Предохранительный (аварийный) тормоз лебедок 11М колодочный, действует на тормозные обода, скрепленные с барабанами (см. фиг. 84 и 85). Привод предохранительного тормоза грузовой с ручным (мускульным) оттормаживанием. Привод тормоза (фиг. 114) состоит из грузового рычага 1, шарнирно закрепленного в стойке 2 и несущего на другом конце тормозной груз 3. К грузовому рычагу прикреплена тяга 4, связанная с



Фиг. 114. Привод предохранительного (аварийного) тормоза лебедки типа ПМ Сталинского завода.

рычагами тормозных колодок. Опусканием груза 3 тормоз приводится в действие и затормаживает барабаны лебедки.

При нормальной работе лебедки груз предохранительного тормоза находится в поднятом положении, и тормоз расторможен. Для удержания груза в поднятом положении имеется расцепной механизм со свободным ходом. Этот механизм состоит из чугунной колонки 5, укрепленной на раме лебедки, подъемного винта 6, маховичка 7 с нарезанной втулкой 8. Подъемный винт в своей нижней части имеет две упругие пластики 9, которые при по-

мощи выступов 10 удерживают головку штока 11 и связанный с ним грузовой рычаг 1. Между упругими пластинками 9 помещен двусторонний кулак 12, который закреплен на валу 13 рычага 14. Рычаг 14 снабжен противовесом 15 и удерживается втянутым сердечником тормозного электромагнита 16.

При выключении тока сердечник электромагнита опускается, рычаг 14 под действием силы тяжести противовеса 15 поворачивается и кулаком 12 раздвигает пластины 9. Пластины освобождают головку штока 11 и связанный с ним грузовой рычаг 1. Под действием силы тяжести груза 3 рычаг 1 опускается и через систему рычагов сближает тормозные колодки, чем производит торможение барабанов.

Для смягчения удара от падающего груза 3 в конструкции привода предохранительного тормоза предусмотрен масляный буфер. Масляный буфер состоит из цилиндра 17, наполненного маслом. Внутри цилиндра перемещается поршень 18, имеющий ряд сквозных отверстий с резьбой для пробок. Поршень связан через штангу 19 с тормозным рычагом 1.

При падении груза поршень начинает опускаться и давить на находящееся под ним масло; в результате масло вытесняется через отверстия в поршне. Скорость опускания поршня регулируется путем ввертывания или вывертывания пробок из отверстий поршня.

Предохранительный тормоз действует автоматически при размыкании цепи тока тормозного электромагнита 16 одним из предохранительных устройств¹, а также по желанию машиниста — путем воздействия на концевой выключатель или на отдельную кнопку.

Чтобы от тормозить подъемную лебедку, необходимо устранить причину, вызвавшую разрыв цепи тока в электромагните, и вновь включить автомат. При включении тока электромагнит 16 втянет свой сердечник и повернет кулак 12 в нерабочее положение; затем при помощи маховичка 7 опускают подъемный винт до тех пор, пока выступы 10 упругих пластин 9 не захватят головку штока 11 и связанного с ним груза 3. Обратным вращением маховичка производят подъем груза 3 до верхнего положения. Этим и заканчивается оттормаживание подъемной лебедки.

Длины упругих пластин 9 и винта 6 выбраны такими, что при чрезмерном износе колодок пластины не смогут захватить головку штока грузового рычага, одушившуюся ниже допустимого предельного положения.

Грузовой привод рабочего тормоза с оттормаживанием его вручную в крупных машинах требует значительных усилий машиниста и, кроме того, не обеспечивает устойчивого тормозного момента при промежуточных положениях рукоятки; поэтому такие тормоза имеют ограниченное применение. По «Правилам безопасности» для малых подъемных машин со скоростью движения не выше 4 м/сек и с диаметром органа навивки не выше 2,5 м допускается применение мускульной силы машиниста для оттор-

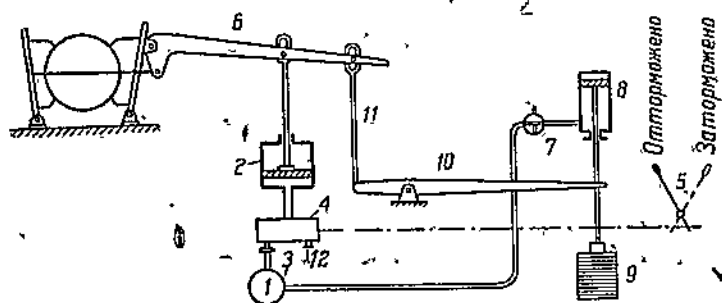
¹ Предохранительные устройства будут рассмотрены в § 45.

маживания рабочего тормоза, если для рабочего торможения используется грузовой привод. Во всех остальных случаях обязательно применение регулируемого рабочего тормоза. Признаком регулируемости тормоза является получение устойчивого значения промежуточного тормозного момента, развиваемого рабочим тормозом при промежуточных положениях рабочей тормозной рукоятки (§ 148 «Пр. без.»).

Тормоз фирмы Бергмана

В крупных подъемных машинах наибольшее распространение получил рабочий тормоз, приводимый в действие сжатым воздухом. Энергия сжатого воздуха в таких машинах используется также и для оттормаживания груза предохранительного тормоза. Сжатый воздух для тормозов получают от специального компрессора, который устанавливается обычно в подвальном помещении здания подъемной машины.

На фиг. 115 показан тормоз фирмы Бергмана. Тормозные колодки здесь являются общими для рабочего и предохранитель-



Фиг. 115. Тормоз фирмы Бергмана.

ного торможения. Рабочее торможение производится сжатым воздухом, поступающим в цилиндр 2, а предохранительное торможение — грузом 9.

Рассмотрим работу этого тормоза. Сжатый воздух из компрессора (на чертеже не показан) поступает в резервуар 1. При рабочем торможении воздух из резервуара 1 по трубопроводу 3 поступает через регулятор давления 4 снизу в цилиндр 2 и поднимает поршень. При движении поршня вверх будет подниматься рычаг 6, и таким образом произойдет зажатие тормозного обода колодками. Регулятор 4 служит для того, чтобы изменять давление сжатого воздуха на поршень цилиндра 2 рабочего тормоза. В результате этого изменяется усилие нажатия тормозных колодок на обод, и, следовательно, изменяется сила торможения.

При перемещении рукоятки 5 в положение «оттормозено» перекрывается воздухопровод 3, и открывается отверстие 12; воздух из цилиндра 2 выйдет в атмосферу, поршень опустится и отождит колодки тормоза.

Груз 9 предохранительного тормоза подвешен на штанге, скрепленной с коромыслом 10. Этот груз удерживается в верхнем положении сжатым воздухом, поступившим в цилиндр 8 из воздухохосборника 1. При неисправности в работе подъемной машины при помощи специальных аппаратов автоматически поворачивается трехходовой кран 7, который отсоединяет цилиндр 8 предохранительного тормоза от воздухохосборника 1 и сообщает цилиндр с атмосферой. Воздух из-под поршня цилиндра 8 выходит в атмосферу, груз 9 падает вниз и поворачивает коромысло 10. Соединенная с коромыслом стойка 11 приподнимается вверх и при помощи рычага 6 производит нажатие тормозных колодок. Поворачивание трехходового крана может производиться и вручную; для этого у машиниста имеется отдельная рукоятка. Для оттормаживания машины необходимо трехходовой кран поставить при помощи рукоятки в первоначальное положение.

Быстродействующий тормоз

На фиг. 116 представлен быстродействующий рабочий и предохранительный тормоз, широко распространенный на подъемных машинах в СССР.

Рабочее торможение производится машинистом перемещением рукоятки 8 на себя. В этом случае при помощи регулятора давления 3 происходит впуск сжатого воздуха из резервуара (на фигуре не показан) под поршень цилиндра 2 рабочего тормоза. Поршень поднимается вверх, приподнимает главный тормозной рычаг 1, вращая его около точки 5, и прижимает тормозные колодки к ободу. Высота подъема поршня небольшая (5—8 см), поэтому соприкосновение тормозных колодок с ободом происходит быстро. Это соприкосновение колодок с ободом происходит при небольшом давлении, вследствие чего получается плавное начало торможения.

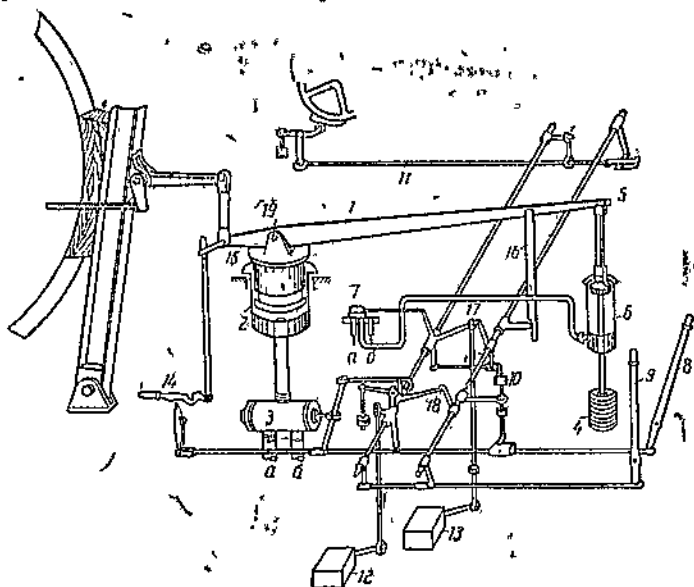
Сила торможения, благодаря действию регулятора давления 3, зависит от положения рукоятки 8 рабочего тормоза, причем каждому положению рукоятки 8 соответствует вполне определенное давление воздуха в цилиндре 2 и, следовательно, определенная сила торможения.

Для освобождения рабочего тормоза машинист переводит рукоятку 8 в обратном направлении (от себя) и этим выпускает сжатый воздух из цилиндра 2 через регулятор давления в атмосферу. Поршень спускается вниз и отводит колодки.

Теперь рассмотрим работу предохранительного тормоза. Груз 4 предохранительного тормоза при нормальной работе подъема поддерживается в верхнем положении сжатым воздухом, действующим снизу поршня цилиндра 6. Сжатый воздух поступает в цилиндр 6 из воздухохосборника через золотник 7.

При торможении предохранительным тормозом вручную машинист перемещает рукоятку 9 на себя. В этом случае происходит поднятие вверх защелок 17 и 18, которые освободят рычаги, сидящие свободно на параллельной оси. Эти рычаги при помощи грузика повернутся и произведут одновременно перемещение

регулятора давления 3 и золотника 7. Таким образом произойдет одновременно выпуск сжатого воздуха в цилиндр 2 рабочего тормоза, а также сообщение цилиндра 6 предохранительного тормоза с атмосферой. Вследствие почти мгновенного действия рабочего тормоза колодки соприкоснутся с ободами раньше, чем сжатый воздух выйдет из цилиндра 6 предохранительного тормоза; груз 4 поэтому не опустится, но своим весом будет производить через рычаг 1 нажатие на тормозные колодки. Благодаря отсут-



Фиг. 116. Схема быстродействующего тормоза.

1—главный тормозной рычаг; 2—цилиндр пневматического рабочего тормоза; 3—регулятор давления рабочего тормоза; 4—груз предохранительного тормоза, подвешенный на рычаге 7 в точке 5; 6—пневматический цилиндр, предназначенный для подъема и удерживания груза предохранительного тормоза; 7—золотник, распределяющий опуск и выпуск сжатого воздуха в цилиндр 6 предохранительного тормоза; 8—рычаг управления рабочим тормозом; 9—рычаг управления предохранительным тормозом; 10—тормозной электромагнит; 11—рычаг, действующий при передвиге клеток или скипов; 12—выключатель для уменьшения возбуждения (устанавливается только при подъемном электродвигателе постоянного тока); 13—электромагнитный выключатель (устанавливается только при асинхронном подъемном двигателе); 14—блокирующее устройство, действующее при износе тормозных колодок; 15—палец главного тормозного рычага для блокирующего устройства; 16—рычаг, действующий на выключатель при недостаточном давлении сжатого воздуха; а—вход сжатого воздуха, подводимого из воздухоотборника; б—выход сжатого воздуха наружу (в атмосферу); 17 и 18—защелки.

ствию жесткой точки вращения главного тормозного рычага 1 тормозные усилия от рабочего и предохранительного тормозов не складываются; это является достоинством рассматриваемого тормоза.

При предохранительном (аварийном) торможении предварительное действие рабочего тормоза вызывает быстрое нажатие колодок, в связи с чем данный тормоз является быстродействующим. Кроме того, здесь отсутствуют резкие толчки, которые наблюдались бы при свободном падении груза 4. В случае неисправности рабочего тормоза предохранительный тормоз будет работать как чисто грузовой небыстродействующий.

Предохранительный тормоз автоматически приводится в действие при размыкании цепи тормозного электромагнита 10 одним из предохранительных аппаратов. В этом случае происходит поворачивание защелок 17 и 18, и действие тормоза такое же, как и при ручном включении.

Автоматическое торможение машины предохранительным тормозом может происходить при падении давления воздуха в воздухопроводнике ниже установленного предела. В таком случае груз 4 начнет опускаться и при помощи рычага 16 освободит защелки 17 и 18.

Кроме того, автоматическое включение предохранительного тормоза происходит при переподъеме, так как при этом диск указателя глубины воздействует на рычаг 11.

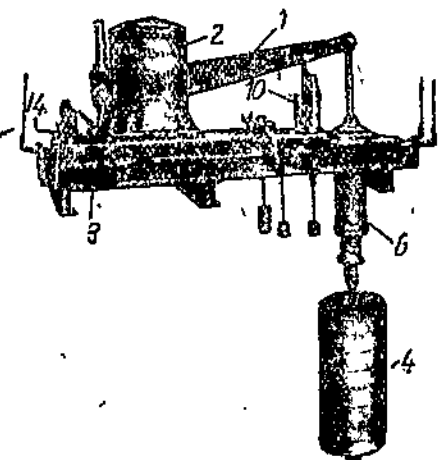
Во всех случаях действия предохранительного тормоза выключатель 12 или 13 (в зависимости от типа двигателя) автоматически выключает двигатель подъемной машины.

Для приведения системы в нормальное положение после действия предохранительного (аварийного) тормоза машинист предварительно, при помощи рукоятки 8, затормаживает машину рабочим тормозом. После этого машинист передвигает рукоятку 9 предохранительного тормоза от себя в крайнее положение, отчего защелки 17 и 18 займут нормальное положение, и золотник 7 произведет впуск сжатого воздуха из воздухопроводника в цилиндр 6. Сжатый воздух поднимет груз 4. Магнитный выключатель снова включит подъемный мотор, а тормозной электромагнит получит ток и приподнимет свой сердечник. После этого рукоятку предохранительного тормоза ставят в среднее положение. Подъемная машина остается заторможенной только рабочим тормозом, отпустив который, можно производить подъем.

При износе тормозных колодок выше установленного предела автоматически приходит в действие специальное блокирующее устройство 14, благодаря которому машинист не сможет от тормозить машину, пока колодки не будут отрегулированы или заменены новыми.

На фиг. 117 показан внешний вид быстродействующего рабочего и предохранительного тормоза, схема которого нами была рассмотрена на фиг. 116. Обозначения на фиг. 117 те же, что и на фиг. 116. Тормоз смонтирован на одной общей фундаментной плите. Вся установка очень компактна и занимает мало места.

Рассмотрим основные части тормоза.

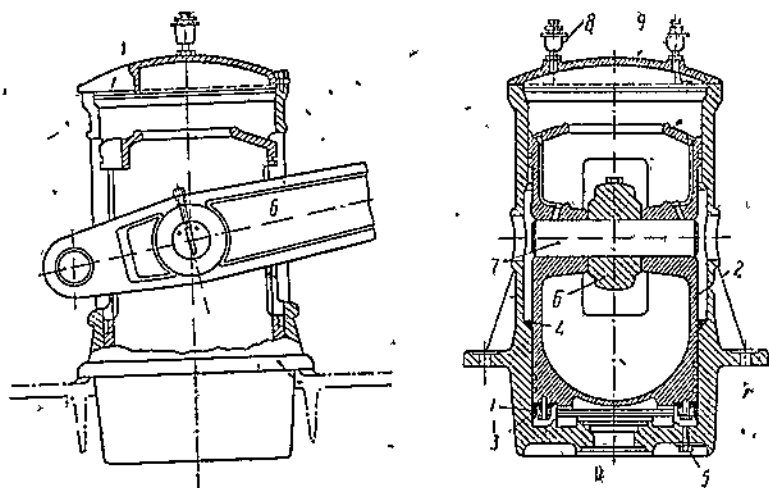


Фиг. 117. Быстродействующий тормоз (внешний вид).

На фиг. 118 показан пневматический цилиндр рабочего тормоза (в разрезе).

На фиг. 119 показан пневматический цилиндр для поддержания груза предохранительного тормоза.

На фиг. 120 показан впускной регулятор давления Иверсена, принятый в быстродействующих тормозах. Регулятор давления служит, как указывалось, для изменения давления сжатого воздуха в цилиндре рабочего тормоза в зависимости от перемещения тормозной рукоятки. Регулятор давления Иверсена имеет



Фиг. 118. Цилиндр рабочего тормоза (в разрезе).

1—цилиндр; 2—поршень; 3—манжетное кольцо; 4—масляное кольцо; 5—отверстие для спуска масла; 6—главный тормозной рычаг; 7—штирь рабочего поршня; 8 и 9—масленки.

следующие основные части: 1 — корпус регулятора; 2 — распределительный золотник; 3 — вспомогательный поршень; 4 — пружина между распределительным золотником и вспомогательным поршнем.

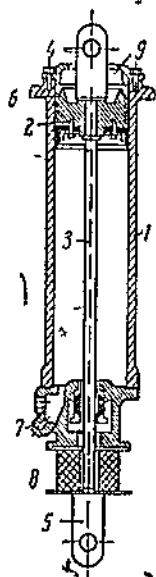
Поршень 3 перемещается при помощи рычага 5, связанного с рукояткой предохранительного тормоза!

Канал *a* регулятора соединен с воздухохраником компрессора, канал *b* — с пневматическим цилиндром рабочего тормоза и канал *c* — с атмосферой. Камеры *d* и *e* соединены отверстием *f* и трубкой 6 с каналом *b*, поэтому в этих камерах устанавливается всегда давление воздуха, которое имеется в цилиндре рабочего тормоза. Следовательно, такое же давление воздуха испытывают наружные поверхности золотника 2 и вспомогательного поршня 3, выходящие в камеры *d* и *e*. Внутренние же торцовые поверхности золотника 2 и поршня 3, которые соприкасаются с пружиной 4 благодаря отверстию *h* всегда находятся под атмосферным давлением.

Золотник 2 на фиг. 120 показан в среднем (уравновешенном) положении, при котором каналы *a*, *b* и *c* не соединены между

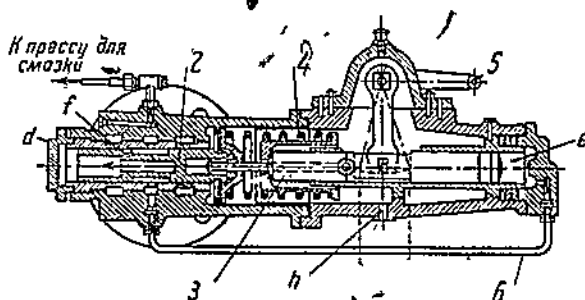
собой; при таком положении золотника цилиндр рабочего тормоза не соединен ни с воздухохраником, ни с атмосферой.

Для увеличения силы торможения производят при помощи рычага 5 перемещение вспомогательного поршня 3 справа налево. Вместе с поршнем 3 и пружиной 4 переместится в том же направлении и золотник 2. В этом случае золотник соединит канал *a* с каналом *b*; сжатый воздух поступит из воздухохраника в цилиндр рабочего тормоза и увеличит силу торможения. Одновременно с этим повысится давление в камерах *d* и *e* на наружные торцевые поверхности вспомогательного поршня и золотника. Пружина 4 сожмется, и золотник 2 переместится снова в начальное (уравновешенное) положение.



Фиг. 119. Цилиндр предохранительного тормоза (в разрезе).

1—цилиндр; 2—поддерживающий поршень; 3—поршневой шток; 4—верхняя вилка; 5—нижняя вилка для подвески груза; 6—масляное кольцо; 7—выпускное отверстие цилиндра; 8—буфер; 9—место смазки.



Фиг. 120. Регулятор давления Иверсена.

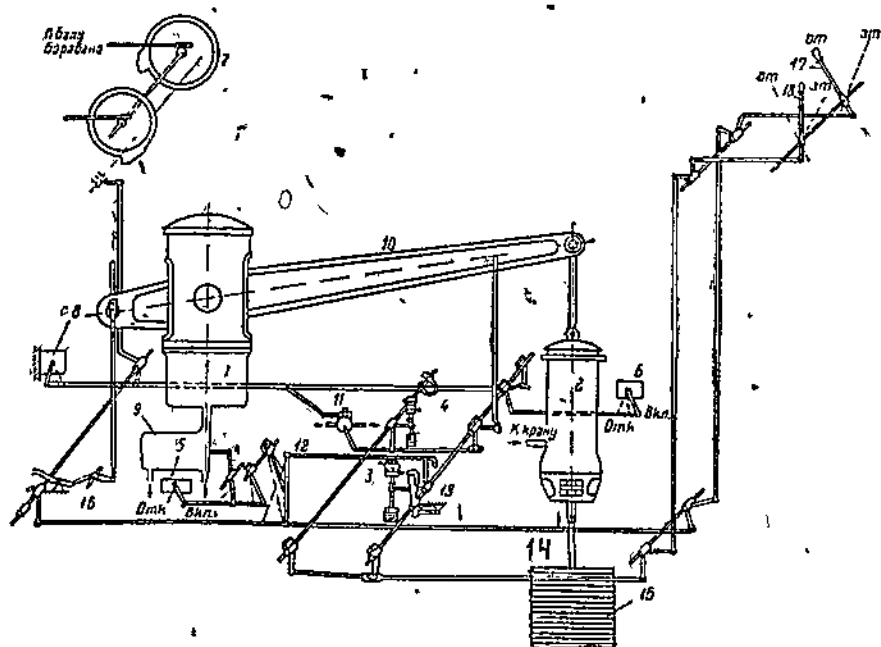
Для уменьшения силы торможения вспомогательный поршень передвигают в обратном направлении (слева направо). Золотник 2 в таком случае перекроет канал *a* и соединит канал *b* с каналом *c* (с атмосферой). Сжатый воздух из цилиндра рабочего тормоза будет выходить наружу. Одновременно уменьшится давление в камерах *d* и *e*, и золотник 2 под действием пружины 4 переместится опять в начальное (уравновешенное) положение, разоб-
щая каналы *b* и *c*.

Регулятор Иверсена дает тонкую дозировку тормозного усилия и плановое действие тормоза.

Тормоз Краматорского машиностроительного завода им. Сталина

Принципиальная схема быстродействующего тормоза Краматорского завода приведена на фиг. 121.

Тормоз Краматорского завода по своему принципу действия сходен с вышеописанным тормозом. Здесь также, благодаря наличию регулятора давлений 9, возникает вполне определенное тормозное усилие рабочего тормоза, соответствующее каждому положению его рукоятки 17. При полном затормаживании ма-



Фиг. 121. Схема тормоза Краматорского завода.

1—цилиндр рабочего тормоза; 2—цилиндр предохранительного тормоза; 3—тормозной электромагнит рабочего тормоза; 4—тормозной электромагнит предохранительного тормоза; 5—блокировочный выключатель рабочего тормоза; 6—блокировочный выключатель предохранительного тормоза; 7—диски указателя глубины; 8—электрический конечный выключатель; 9—регулятор давления; 10—главный тормозной рычаг; 11—трехходовой кран; 12—дифференциальный рычаг; 13—упорный рычаг; 14—15—тормозной груз; 16—сбачка; 17—рукоятка рабочего тормоза; 18—рукоятка предохранительного тормоза.

шины необходимо рукоятку 17 рабочего тормоза поставить в положение «заторможено». В этом случае происходит замыкание контактов блокировочного выключателя 5 рабочего тормоза, и выключается цепь тока катушки тормозного электромагнита 3; якорь в катушке при помощи дифференциального рычага 13 удерживается навесу. При перестановке рукоятки рабочего тормоза в положение «отторможено» якорь тормозного электромагнита 3 опустится, но регулятор давления останется попрежнему в положении «заторможено», и оттормаживание машины произойдет только после ее электрического включения.

При аварийном торможении одновременно падают якоря обоих электромагнитов 3 и 4. В этом случае якорь тормозного электромагнита 3 рабочего тормоза подействует на регулятор давления 9 и переставит его в положение торможения, а якорь тормозного электромагнита 4 предохранительного тормоза подействует на трехходовой кран 11 и сообщит цилиндр 2 предохранительного тормоза с атмосферой, отсоединив его от воздухопостройника. Воздух из цилиндра предохранительного тормоза выйдет в атмосферу, и груз 15 будет приведен в действие. Следовательно, при аварийном торможении происходит предварительное прижатие тормозных колодок рабочим тормозом с дальнейшим действием груза предохранительного тормоза. Этим достигается быстрая и безударная работа предохранительного тормоза.

Общие требования, предъявляемые к тормозам подъемных машин

Правила безопасности в части тормозов подъемных машин предъявляют следующие общие требования.

1. Тормоза должны быть расположены так, чтобы машинист мог свободно управлять ими, не сходя с рабочего места (из § 144 «Пр. без.»).

2. Предохранительное торможение должно осуществляться как машинистом, так и автоматически (из § 145 «Пр. без.»).

3. Включение предохранительных тормозов должно сопровождаться автоматическим отключением энергии, питающей подъемный двигатель (из § 145 «Пр. без.»).

4. При вертикальном и наклонном с углом наклона свыше 45° подъема как при рабочем, так и при предохранительном торможении должна быть предусмотрена возможность получения максимального тормозного момента, равного не менее чем трехкратному статическому моменту вращения при подъеме или спуске расчетного для машин груза (из § 149 «Пр. без.»).

5. При расчете тормозов коэффициент трения между деревянными колодками и ободом следует принимать равным 0,3 (§ 150 «Пр. без.»).

6. Для вертикального и наклонного с углом наклона свыше 45° подъема при включении предохранительного тормоза должно быть обеспечено среднее замедление системы не ниже 2 м/сек^2 и не выше 4 м/сек^2 . Нижний предел замедления должен проверяться для случая спуска расчетного груза, а верхний предел — для случая подъема расчетного груза.

При установках системы Келе замедление, создаваемое рабочим и предохранительным тормозами, не должно превосходить предела, обусловленного скольжением каната (§ 151 «Пр. без.»).

7. Исполнительный орган тормоза должен быть снабжен блокировкой, исключающей возможность оттормаживания машины при чрезмерном износе колодок¹ (из § 152 «Пр. без.»).

¹ Это требование не распространяется на машины, установленные до издания «Правил безопасности» 1939 г., если эти устройства не были предусмотрены конструкцией машины (примечание к § 152 «Пр. без.»).

8. Управление тормозным устройством и системы передач к нему должны быть устроены так, чтобы при всех возможных повреждениях наступало надежное торможение подъемной машины (из § 152 «Пр. без.»).

9. Продолжительность холостого хода предохранительного тормоза не должна превышать 0,5 сек. Под холостым ходом тормоза подразумевается время, протекающее с момента включения предохранительного тормоза до возникновения тормозного момента (прижатия колодок к ободу). Включение тормоза не должно сопровождаться заметными упругими колебаниями в системе рычагов и колодок (§ 153 «Пр. без.»).

Кроме того, к тормозам подъемных машин предъявляются следующие требования.

1. Нажатие тормозных колодок должно увеличиваться до нормальной величины тормозного усилия плавно и без ударов.

2. При торможении должны избегаться резкие толчки, которые вредно отражаются на подъемной установке.

3. Предохранительный тормоз должен автоматически включаться при:

а) переподъеме клетки или скипа выше нормального положения разгрузки;

б) при подходе клетки или скипа к месту разгрузки с повышенной скоростью (это требование в соответствии с § 143 «Правил безопасности» является обязательным для клетевых подъемных установок с максимальной скоростью подъема свыше 4 м/сек и для скиповых с максимальной скоростью свыше 6 м/сек, причем автоматическое включение предохранительного тормоза должно исключать возможность подхода клетки к верхней площадке или рамы скипа к положению его в момент полной разгрузки со скоростью свыше 2 м/сек);

в) превышении скорости подъема или спуска более чем на 20% по сравнению с рабочей максимальной скоростью;

г) при выключении тока на электроподстанции, питающей подъемный двигатель;

д) перегрузке двигателя подъемной машины свыше установленного предела;

е) чрезмерном износе тормозных колодок;

ж) падении давления воздуха в резервуаре тормозного устройства ниже установленного предела.

§ 33. СТАНОК УПРАВЛЕНИЯ

Все управление подъемной машиной и тормозами производится при помощи рукояток, сосредоточенных на так называемом станке управления; это дает возможность машинисту управлять подъемной машиной, не сходя с рабочего места.

На фиг. 122 показан станок управления подъемной машины. Он имеет три рукоятки: А, В и С.

Рукоятка А расположена справа от машиниста и служит для управления подъемным двигателем. При среднем (вертикальном) положении рукоятки двигатель выключен. При перемещении ру-

рукоятки вперед (от себя) происходит включение двигателя, и машина получает ход «вперед», при котором верхней струне каната сообщается движение от машиниста. По мере перемещения рукоятки вперед двигатель увеличивает число оборотов, и этим увеличивается скорость движения подъемных сосудов. Во время остановки машины рукоятку перемещают в обратном направлении. При движении рукоятки назад от среднего положения машина получает ход «назад», при котором верхняя струна каната перемещается на машиниста.

Слева от машиниста расположены две тормозные рукоятки В и С. Рукоятка В связана с рабочим (маневровым) тормозом и рукоятка С (более короткая) — с предохранительным (аварийным) тормозом. Торможение производится перемещением одной из рукояток на себя, а оттормаживание — перемещением от себя.

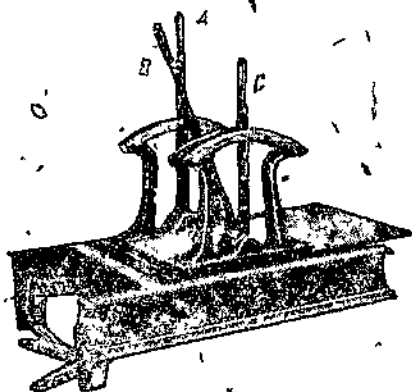
Рукоятка В рабочего тормоза имеет два крайних положения: 1) крайнее от себя — «отторможено»; 2) крайнее к себе — «заторможено». Рукоятка С предохранительного тормоза имеет три положения: 1) крайнее к себе — «заторможено», 2) крайнее от себя — «отторможено» и 3) среднее — нормальное исходное положение. Следует отметить, что рукоятка аварийного тормоза связана с аварийным выключателем подъемного двигателя, поэтому одновременно с аварийным торможением происходит и выключение мотора.

С целью правильного и безопасного управления подъемной машиной рукоятки заблокированы между собой следующим образом:

1) рукоятка управления А не может быть выведена из своего среднего положения, т. е. двигатель не может быть включен, если рукоятка В рабочего тормоза поставлена в положение полного торможения;

2) рукоятка С предохранительного тормоза может быть поставлена в положение «отторможено» только после того, как рукоятка В рабочего тормоза будет поставлена в положение «заторможено» и рукоятка управления А будет находиться в нейтральном положении;

3) предохранительный тормоз может быть включен рукояткой С при любом положении рукоятки управления А и рукоятки рабочего тормоза В.



Фиг. 122. Станок управления подъемной машины.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какое назначение имеет в подъемной машине зубчатая передача?
2. Какие преимущества и недостатки у одинарной зубчатой передачи по сравнению с двойной?

3. Как производится в подъемных машинах смазка зубчатых передач и подшипников?
4. Какое назначение имеют рабочий (маневровый) и предохранительный (аварийный) тормоза?
5. С какими типами и конструкциями исполнительного органа применяются тормоза в подъемных машинах?
6. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» к исполнительному органу тормозного устройства?
7. Какие типы приводов тормозного устройства применяются в подъемных машинах?
8. Какой тип привода является по «Правилам безопасности» обязательным для предохранительного торможения?
9. Как устроены тормоза у подъемных лебедок типа ПМ Сталинского завода?
10. Как устроен тормоз фирмы Бергмана?
11. Какие общие требования предъявляются к тормозам подъемных машин?
12. Как устроены быстродействующие рабочий и предохранительный тормоза Краматорского машиностроительного завода?
13. Как устроен станок управления и какое назначение имеет каждая рукоятка?
14. Как заблокированы между собой рукоятки станка управления?

Глава VIII

ДВИГАТЕЛИ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

§ 34. РЕЖИМ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ДВИГАТЕЛЮ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

В процессе работы подъемной установки режим двигателя подъемной машины должен удовлетворять следующим условиям работы¹:

- 1) частое чередование пуска и остановки;
- 2) изменение числа оборотов в широких пределах (от нуля до нормального числа оборотов и обратно) в соответствии с законом изменения скорости подъема;
- 3) работа с малым числом оборотов (во время ревизии ствола шахты, при осмотре или смазке канатов и т. п.);
- 4) частое изменение направления хода с прямого на обратный (реверсирование хода);
- 5) пуск под нагрузкой с преодолением большого начального момента вращения в период пуска;
- 6) преодоление переменной нагрузки в течение полного периода подъема груза и
- 7) возможность торможения самим же двигателем при спуске груза.

Кроме того, двигатель подъемной машины должен: а) быть надежным в работе, б) экономичным при эксплуатации, в) давать возможность осуществлять полную или частичную автоматизацию управления, г) требовать малых капитальных затрат на оборудование и д) иметь относительно небольшие габаритные размеры.

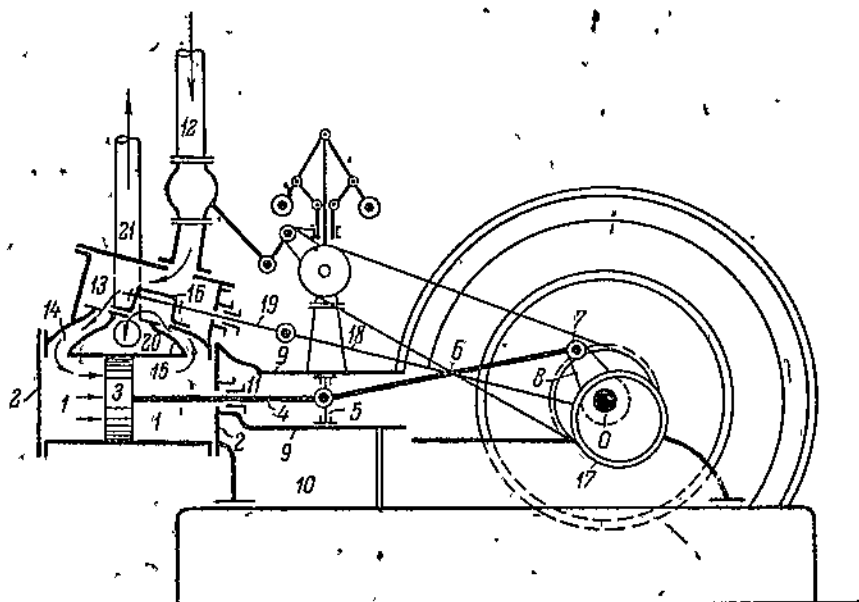
Как наиболее удовлетворяющие рассмотренным выше требованиям в настоящее время для подъемных машин применяются

¹ Более детально режим работы подъемного двигателя будет рассмотрен в главе IX.

почти исключительно электрические двигатели. Подъемные машины с паровыми двигателями, раньше широко распространенные, теперь встречаются только на мелких шахтах.

§ 35. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С ПАРОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ.

В паровых двигателях рабочим телом является водяной пар, который получается в паровых котельных установках. Пар в котельной установке получается за счет тепловой энергии сжигаемого топлива; в паровом двигателе эта тепловая энергия пара преобразовывается в механическую работу. В качестве парового двигателя для подъемных машин получили применение поршневые паровые машины.



Фиг. 123. Схема паровой машины двойного действия.

На фиг. 123 приведена принципиальная схема паровой машины. Здесь: 1 — паровой цилиндр, плотно закрытый с обеих сторон крышками 2. Внутри цилиндра находится поршень 3, который при помощи поршневого штока 4, проходящего через сальник 11, в правой крышке соединен с кривокопфом 5. При возвратно-поступательном движении поршня кривокопф получает такое же движение по направляющим 9, жестко укрепленным в передней раме 10. Кривокопф при помощи пальца связан с шатуном 6, который правой своей головкой соединен в свою очередь с пальцем 7 кривошипа 8. Кривошип наглухо насажен на коренном валу О, лежащем в подшипниках. При помощи кривошипно-шатунного механизма прямолинейное возвратно-поступательное движение поршня и кривокопфа преобразовывается во вращательное движение вала.

Пар из котельной по трубопроводу 12 подводится к парораспределительному устройству паровой машины. На фиг. 123 показано схематически золотниковое парораспределение. Паропровод 12 соединен с золотниковой распределительной коробкой 13, откуда пар может попасть в рабочий цилиндр через один из паровых каналов 14 или 15 в зависимости от положения золотника 16.

Золотник 16 перемещается вдоль цилиндра (с некоторым наклоном к его оси) при помощи эксцентрика 17, сидящего на валу машины, эксцентриковой тяги 18 и золотникового штока 19, составляющих парораспределительный механизм.

Кроме соединения цилиндра машины с парораспределительной коробкой 13 для впуска пара, золотник производит также соединение каналов 14 и 15 с камерой 20, сообщенной с паровыпускной трубой 21. В то время, когда золотник открывает канал 14 и производит впуск свежего пара в левую часть цилиндра (см. фиг. 123), правую часть цилиндра золотник сообщает через канал 15 с выхлопной трубой 21 и производит выпуск отработанного пара из этой части цилиндра в атмосферу. Наоборот, после перемещения золотника при впуске свежего пара по каналу 15 в правую часть цилиндра, отработанный пар из левой части цилиндра по каналу 14 будет выходить в атмосферу.

Пар, поступающий в цилиндр, производит давление на поршень и заставляет его перемещаться.

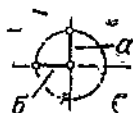
В рассмотренной на фиг. 123 паровой машине давление пара производится попеременно на обе стороны поршня, т. е. рабочими являются обе стороны поршня. Такая поршневая машина носит название машины двойного действия, в отличие от машины простого действия, у которой рабочей является только одна сторона поршня.

Усилие, сообщаемое паром поршню, через шток и шатун передается на палец кривошипа и создает на валу *O* определенный момент вращения. Этот момент вращения при одноцилиндровой машине получается наибольший примерно при среднем положении поршня. При крайнем левом и правом положении поршня шатун и кривошип располагаются на одной прямой линии со штоком. При таких положениях поршня момент вращения, развиваемый машиной на валу, равен нулю (так как плечо равно нулю); вал машины не может быть повернут давлением пара на поршень, т. е. машина не сможет быть пущена в ход. Эти крайние положения поршня называются мертвыми; в таких случаях говорят, что кривошип находится в мертвой точке.

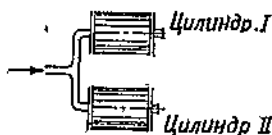
Для преодоления усилий подъемной системы, особенно в период пуска, необходимо, чтобы паровая машина развивала требуемый момент вращения при любом положении вала. Поэтому одноцилиндровые машины в условиях подъема не применимы. Для подъемных установок применяются только сдвоенные машины с кривошипами, расположенными под углом 90° друг к другу (фиг. 124). При таком расположении кривошипов *a* и *b* оба поршня не могут находиться одновременно в мертвом положении, благодаря чему машина всегда может быть пущена в ход. Сдвоенные

машины с кривошипами, расположенными под углом 90° , при определенном наполнении развивают на валу почти постоянный момент вращения.

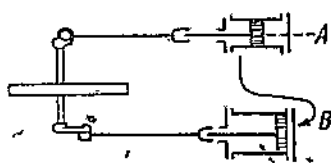
Если пар после расширения в одном из цилиндров больше не используется для работы в данной машине, то такая паровая машина называется машиной простого или однократного



Фиг. 124. Расположение кривошипов у двоянной паровой машины.



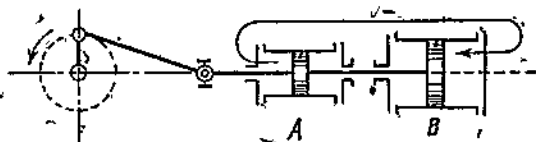
Фиг. 125. Сдвоенная паровая машина простого расширения.



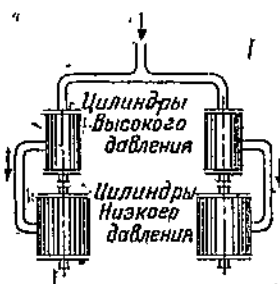
Фиг. 126. Схема машины Компаунд.

расширения пара. Схема сдвоенной машины простого расширения приведена на фиг. 125.

В машинах двойного или двухкратного расширения свежий пар поступает сначала в рабочий цилиндр высокого давления, где он получает частичное расширение, после чего пар переходит в цилиндр низкого давления, где и расширяется до давления выпуска. Машины двойного расширения пара называются компаунд-машинами. Схема ма-



Фиг. 127. Схема машины тандем-компаунд.



Фиг. 128. Схема сдвоенной тандем-компаунд машины.

шины компаунд с расположением цилиндров рядом представлена на фиг. 126, где А — цилиндр высокого давления и В — цилиндр низкого давления.

Машина с расположением цилиндров друг за другом, имеющая общий шток и общий кривошип, называется тандем-машиной. На фиг. 127 показана схема машины двойного расширения с таким расположением цилиндров, или так называемая тандем-компаунд машина, где А — цилиндр высокого давления и В — цилиндр низкого давления.

Из паровых машин двойного расширения для подъемных установок получили применение сдвоенные тандем-компаунд машины (фиг. 128).

Паровые машины могут иметь вертикальное или горизонтальное расположение цилиндров, и соответственно с этим они разделяются на вертикальные и горизонтальные машины. В качестве подъемных распространение получили только горизонтальные паровые машины.

На фиг. 123 была рассмотрена схема паровой машины с золотниковым парораспределением. Паровые машины встречаются, кроме того, с клапанным и крановым парораспределением.

Перемена хода паровой машины, т. е. ее реверсирование, осуществляется при помощи применения одного из следующих устройств: 1) переключения паровыпускных каналов, 2) двойных золотников, 3) подвижного золотникового зеркала между распределительным золотником и паровыпускными каналами, 4) кулисного распределения и 5) кулачного парораспределения.

Торможение паровой подъемной машины может производиться механическим тормозом или контрпаром. При торможении контрпаром производят выпуск пара в цилиндр в направлении против движения поршня.

В зависимости от выпуска отработанного пара различаются машины: 1) с выхлопом пара и 2) с конденсацией. В первом случае отработанный пар выпускается из машины в атмосферу. Во втором случае отработанный пар отводится в конденсатор (холодильник), где он охлаждается и сгущается в воду; благодаря сгущению пара в конденсаторе противодавление на поршень понижается, что несколько увеличивает мощность машины.

Паровые подъемные машины, как указывалось, у нас встречаются только на старых шахтах. Из них наиболее распространенными являются сдвоенные машины простого расширения без конденсации. Такие машины, по сравнению с остальными типами паровых машин, несмотря на их малую экономичность по расходу пара, отличаются простотой конструкции, обладают хорошей маневренностью и более удобны в обслуживании.

По сравнению же с электрическими подъемными машинами паровые машины являются менее экономичными (требуют установки специальной котельной, вызывают большие капитальные затраты и эксплуатационные расходы), а также менее удобны в обслуживании и в управлении.

§ 36. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С АСИНХРОННЫМ МОТОРОМ

В настоящее время наибольшее применение получили электрические подъемные машины с асинхронным мотором трехфазного тока.

На фиг. 129 показан асинхронный мотор со снятой передней крышкой. Мотор состоит из двух основных частей: неподвижного статора 1 и подвижного ротора 2.

Принцип работы асинхронного мотора заключается в следующем. В статоре, при пропуске переменного тока через его обмотку, создается вращающееся электромагнитное поле; это электромагнитное поле пересекает обмотку ротора, благодаря

чему в обмотке ротора путем индукции возникает электродвижущая сила и ток. Под взаимодействием тока обмотки ротора и магнитного поля статора ротор получает определенный момент вращения. Ротор как бы увлекается магнитным потоком и вращается в том же направлении, что и самый электромагнитный поток.

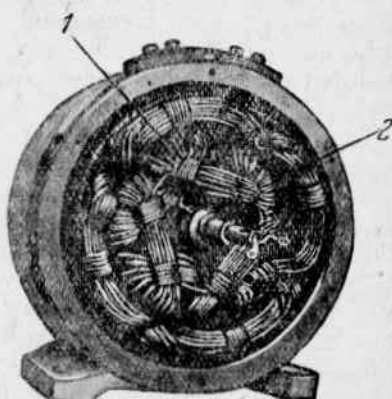
Число оборотов n_c магнитного поля или так называемое синхронное число оборотов мотора зависит от числа p пар полюсов обмотки статора и от частоты переменного тока. При принятой в СССР частоте переменного тока 50 пер/сек, синхронное число оборотов мотора.

$$n_c = 3000 : p \quad \text{об/мин.}$$

Следовательно, при одной паре полюсов $n_c = 3000$ об/мин, при двух парах полюсов $n_c = 1500$ об/мин и т. д.

Ротор вместе с валом мотора вращается с числом оборотов n_m менее числа оборотов n_c магнитного потока, так как в противном случае обмотка ротора не будет пересекаться электромагнитным полем и вращающий момент ротора будет равен нулю. Ротор отстает в своем движении от вращающегося магнитного поля. Это отставание ротора называется скольжением, и оно составляет 2,5—4% от синхронного числа оборотов.

Для подъемных установок асинхронные моторы трехфазного тока применяются с числом пар полюсов от 3 до 10. Числа оборотов таких моторов приведены в табл. 11.



Фиг. 129. Асинхронный мотор со снятой передней крышкой.

Числа оборотов асинхронных моторов

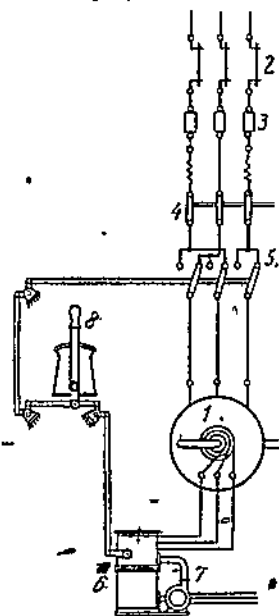
Таблица 11

Число пар полюсов, p	3	4	5	6	8	10
Синхронное число оборотов в минуту, n_c	1000	750	600	500	375	300
Нормальное число оборотов мотора в минуту, n_m	970—985	720—740	575—590	480—490	360—370	285—295

Число оборотов вала асинхронного мотора можно уменьшать против нормального n_m или увеличивать до нормального путем изменения сопротивления в цепи ротора. Это изменение числа оборотов осуществляется при помощи реостата, подключенного к контактным кольцам, которые соединены с концами обмотки ротора.

Изменение направления вращения вала мотора трехфазного тока осуществляется путем взаимного переключения двух фаз статора. В таком случае электромагнитное поле изменяет направление своего вращения, и ротор получает обратный ход.

На фиг. 130 дана принципиальная схема соединения асинхронного мотора трехфазного тока. Обмотка статора асинхронного мотора 1 подключена к сети через разъединители 2 (трещальтеры), плавкие предохранители 3 и масляный выключатель 4. Для изменения направления вращения мотора служит статорный переключатель 5. К контактным кольцам мотора присоединен реостат 6 (на схеме показан жидкостный реостат с насосом 7). Управление мотором при помощи реостата и переключателя осуществляется рукояткой 8.



Фиг. 130. Принципиальная схема присоединения асинхронного мотора трехфазного тока

Для пуска асинхронного мотора под нагрузкой необходимо включать его при полностью включенном реостате, после чего сопротивление реостата надо постепенно выводить. В противном случае двигатель не сможет развить нужный момент вращения, и вал мотора не получит движения. Кроме того, включение асинхронного мотора под большой нагрузкой при выведенном реостате может привести к порче его обмотки.

Для увеличения числа оборотов двигателя сопротивление реостата постепенно выводят. При полностью выведенном реостате двигатель будет развивать нормальное число оборотов n_n , что и будет соответствовать максимальной скорости подъема.

Для уменьшения числа оборотов мотора под нагрузкой реостат нужно постепенно вводить. Однако следует иметь в виду, что при относительно малой нагрузке двигателя, т. е. малом требуемом положительном моменте вращения (близком к нулю), асинхронный мотор для уменьшения числа оборотов от нормального до полной остановки требует введения большого сопротивления в цепь ротора. Применение же такого большого сопротивления в период останова вызывает затруднение вследствие получающейся большой разрывной силы тока при выключении двигателя; кроме того, такой реостат получается слишком громоздким. Поэтому при подъемных машинах с асинхронным мотором обычно принимают сопротивление реостата, допускающее полное снижение числа оборотов при положительном моменте вращения, равным около $1/3$ нормального. В тех же случаях, когда необходимо развить меньший положительный момент вращения в период останова, приходится применять одновременно механический тормоз и реостат.

При спуске груза в период максимальной скорости можно допустить число оборотов мотора несколько более числа оборо-

тов магнитного поля, т. е. больше синхронного его числа оборотов. В этом случае при так называемом гиперсинхронном (сверхсинхронном) числе оборотов мотора будет происходить торможение подъемной системы самым двигателем, причем двигатель будет работать как генератор, т. е. подавать ток из статора в сеть. При этом реостат должен быть полностью выключен, так как иначе мотор будет резко — увеличивать число оборотов и его сможет разнести. Режим работы мотора с возвращением энергии в сеть (с рекуперацией энергии) носит название генераторного.

Торможение самым двигателем при асинхронном моторе может быть осуществлено так называемым противотоком. Это достигается переключением двух фаз статора, т. е. переключением двигателя на обратный ход, с соответствующим включением сопротивления реостата.

Как видим, для подъемной машины с асинхронным мотором могут быть применены следующие способы торможения: механическим тормозом, генераторным режимом работы двигателя (только в период спуска груза с максимальной скоростью) и торможение противотоком. Последний вид торможения (противотоком) является наиболее нежелательным, так как он вызывает большой расход электроэнергии.

Относительными недостатками асинхронного мотора в качестве двигателя подъемной машины являются:

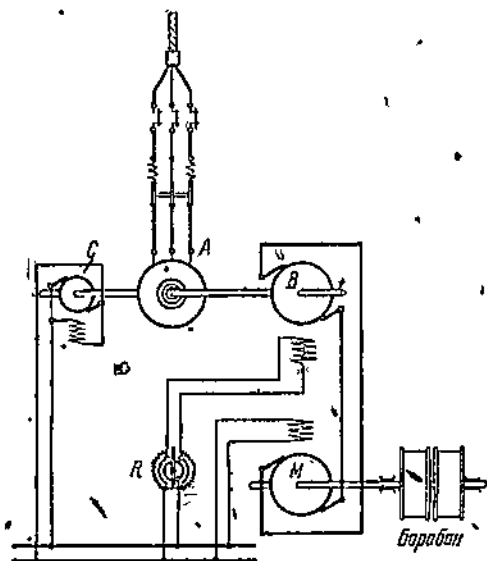
- 1) большая потребляемая из сети мощность в момент пуска;
- 2) большие потери энергии в пусковом реостате в периоды работы мотора с числом оборотов ниже нормального;
- 3) необходимость применения зубчатой передачи, которая в свою очередь вызывает потерю энергии на преодоление вредных сопротивлений;
- 4) требуется опыт машиниста в управлении машиной, так как изменение числа оборотов двигателя при включенном реостате зависит от нагрузки;
- 5) ряд затруднений, встречаемых при автоматизации в управлении машиной.

Однако асинхронный мотор является наиболее простым, надежным и дешевым типом электродвигателя, благодаря чему он получил в применении к подъемным машинам большое распространение.

§ 37. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ СИСТЕМЫ ЛЕОНАРДА

В подъемной машине с электроприводом системы Леонарда в качестве подъемного двигателя применяется мотор постоянного тока с независимым возбуждением. Шахта получает от электростанции переменный ток, поэтому для питания подъемного мотора постоянным током на шахте в машинном здании (или в другом помещении) устанавливается умформер (преобразователь), который служит для преобразования переменного тока в постоянный.

На фиг. 131 показана принципиальная схема электропривода системы Леонарда. Мотор M постоянного тока с независимым возбуждением приводит во вращение вал подъемной машины с барабанами или другими органами наливки. Отдельный у м ф о р м е р н ы й агрегат (преобразователь) состоит из трех электрических машин A , B и C , валы которых соединены между собой муфтами. Мотор A переменного трехфазного тока (асинхронный или синхронный) является у м ф о р м е р н ы м д в и г а т е л е м и вращает две динамомашин B и C . Динамомашин B , называемая пусковой динамо, служит для питания подъемного двигателя M постоянным током. Вторая динамо C является динамо возбуждения и подает ток в обмотку возбуждения подъемного мотора M и пусковой динамо B . Умформерный агрегат вращается непрерывно, независимо от подъемного двигателя, как в период работы подъема, так и в период паузы, и выключается лишь на время длительной остановки подъема.



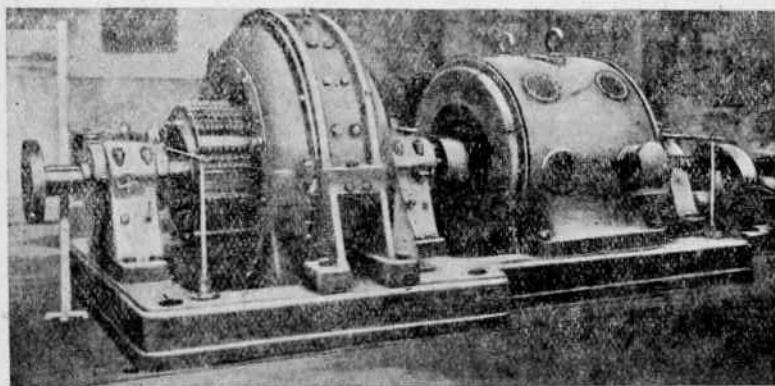
Фиг. 131. Схема электропривода системы Леонарда.

Для управления подъемным двигателем служит аппарат управления R , имеющий реостат и переключатель, которые включены в цепь тока возбуждения пусковой динамо B . При выведении реостата, т. е. при уменьшении его сопротивления, будет увеличиваться сила тока в обмотке возбуждения пусковой динамо B и этим увеличиваться напряжение на ее зажимах. Соответственно будет увеличиваться напряжение на зажимах подъемного двигателя M . Число оборотов мотора постоянного тока с независимым возбуждением изменяется почти прямо пропорционально изменению напряжения на его зажимах. Поэтому при увеличении напряжения на зажимах подъемного двигателя M он будет увеличивать соответственно число своих оборотов, т. е. увеличивать скорость подъема. Обратно, для уменьшения скорости подъема, т. е. уменьшения числа оборотов подъемного двигателя, реостат R надо вводить (увеличивать сопротивление) и этим уменьшать силу тока в обмотке возбуждения пусковой динамо B . Сила тока, необходимая для возбуждения пусковой динамо B , является небольшой, поэтому потери электроэнергии в реостате управления незначительны.

Для изменения направления вращения подъемного двигателя (реверсирования его хода) при помощи переключателя аппарата

управления R изменяют направление тока в обмотке возбуждения пусковой динамо B . В таком случае изменяется полярность напряжения на зажимах пусковой динамо B , и ток от нее, идущий в якорь подъемного двигателя M , изменит свое направление на обратное, а следовательно, и якорь подъемного двигателя переменит направление своего вращения.

В случае спуска груза, а также в период останова при подъеме может получаться, что вал барабанов будет вращать якорь подъемного двигателя M . При этом напряжение на зажимах подъемного двигателя будет несколько выше того, которое он получал от пусковой динамо B , и ток пойдет от подъемного двигателя M к пусковой динамо B . В результате этого пусковая динамо B будет работать двигателем, вращая умформерный мотор A , а последний будет работать как генератор, направляя энергию в питающую его сеть. Следовательно, в системе Лео-



Фиг. 132. Умформерный агрегат электропривода системы Леонарда.

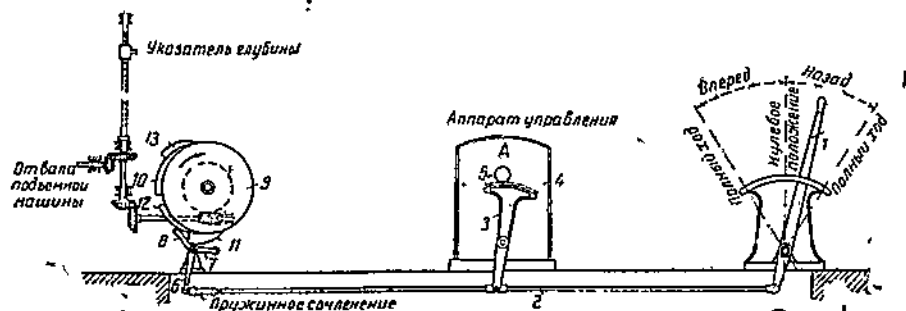
нарда имеется хорошая возможность применения электрического торможения с рекуперацией энергии в сеть как в течение полного периода спуска груза, так и в отдельный период останова при подъеме груза.

На фиг. 132 показан внешний вид умформерного агрегата.

Мы видели, что в системе Леонарда изменение числа оборотов подъемного двигателя, т. е. изменение скорости подъема, происходит почти пропорционально изменению сопротивления реостата, включенного в цепи обмотки возбуждения пусковой динамо, и не зависит от нагрузки подъемных сосудов. Если соединить аппарат управления, включающий в себя реостат, с рукояткой, то каждому положению рукоятки управления будет соответствовать определенная скорость подъема. Скорость подъема будет изменяться соответственно перемещению рукоятки управления; таким образом в системе Леонарда представляется возможность производить изменение скорости подъема по любому закону. Если дополнительно связать рукоятку управления через передачу и специальное устройство (ретардирующее устрой-

ство) с валом подъемной машины, то изменение скорости подъема будет происходить в соответствии с перемещением подъемных сосудов. Такое положение дает возможность легкого осуществления полной (или частичной) автоматизации управления подъемной машиной.

На фиг. 133 показана схема управления подъемной машиной с электроприводом системы Леонарда. Рукоятка управления 1 при помощи тяги 2 связана с рычагом 3 аппарата управления А. Рычаг 3 снабжен зубчатым сегментом 4 и приводит в движение зубчатое колесо 5, находящееся на одной оси с контактным рычагом реостата. Тяга 2 другим своим концом соединена с рыча-



Фиг. 133. Схема управления подъемной машиной при системе Леонарда.

гом 6, который поворачивает рычажки 7—8, имеющие на концах ролики. Этими роликами рычажок 7 или 8 прижимается при помощи рукоятки управления 1 к приливам дисков 9. Таких дисков 9 установлено два (на схеме они расположены друг за другом). Первый диск имеет приливы 10 и 11, и к нему может прижиматься ролик рычажка 7, а второй диск имеет приливы 12 и 13, и к нему может прижиматься ролик рычажка 8. Диски приводятся в движение от вала подъемной машины через зубчатые и червячную передачи. Диск с приливами 10 и 11 и соответственно рычажок 7 служат для управления подъемным двигателем при переднем ходе машины, а второй диск с приливами 12—13 и рычажок 8—для управления двигателем при обратном ходе машины. В продолжение одного подъема диски делают неполный оборот.

При пуске двигателя машинист несколько выводит рукоятку управления из ее среднего положения, в связи с чем машина получает начальное движение. В это время ролик рычажка 7 (или 8) коснется прилива диска 9. Машинист, надавливая на рукоятку, прижмет ролик к приливу диска. По мере вращения машины диск будет поворачиваться, и прилив диска около ролика будет уменьшаться, в связи с чем рукоятка 1 с рычагом 3 аппарата управления будут получать соответствующие перемещения и вызывать увеличение скорости подъема. В конце подъема следующий прилив диска будет отводить рукоятку к ее среднему положению и вызывать уменьшение скорости подъема до полной остановки машины. Таким образом скорость подъема

изменяется в зависимости от профиля приливов диска 9. Придавая тот или иной профиль приливам диска, можно получить изменение скорости подъема по любому закону. Машинист не может в период увеличения скорости подъема переместить рычаг управления быстрее, чем это обусловлено профилем приливов диска. Однако при данном (так называемом ретардирующем) устройстве машинист имеет полную возможность в случае необходимости отвести рукоятку управления к ее среднему положению для остановки подъемной машины или для уменьшения скорости подъема.

Электропривод системы Леонарда по сравнению с асинхронным двигателем имеет следующие преимущества:

- 1) возможность просто и надежно осуществить автоматизацию управления подъемной машиной;
- 2) возможность изменения скорости подъема по любому закону;
- 3) незначительные потери энергии в реостате управления;
- 4) колебания нагрузок для питающей станции носят менее резкий характер;
- 5) возможность применения в период останова электрического торможения с рекуперацией энергии в сеть;
- 6) возможность непосредственного соединения (при помощи муфты) вала подъемного двигателя с валом органов навивки.

К сравнительным же недостаткам системы Леонарда следует отнести:

- 1) потери энергии в непрерывно вращающемся умформерном агрегате;
- 2) большое число рабочих электрических машин;
- 3) более высокая стоимость оборудования (более чем в два раза превышает стоимость асинхронного двигателя);
- 4) требует больших размеров машинного здания.

Система Леонарда получила применение при большой мощности подъемного двигателя или при наличии относительно небольшой мощности питающей электрической станции, а также при необходимости выполнения сложного режима работы подъемного двигателя.

§ 38. ПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ СИСТЕМЫ ИЛЬГНЕРА-ЛЕОНАРДА

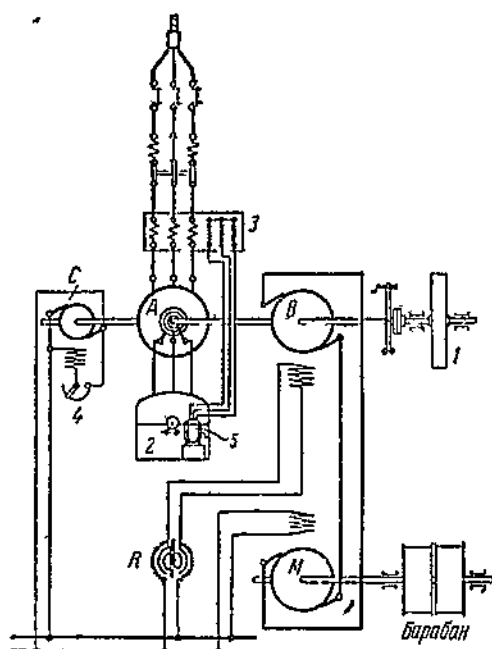
Двигатель подъемной машины во время подъема потребляет энергию от электростанции неравномерно и с перерывами в периоды пауз. Эти колебания нагрузок плохо отражаются на питающем подъемном двигателе электростанции, в особенности когда мощность станции относительно невелика.

Для полного выравнивания нагрузки, потребляемой подъемным двигателем из сети, Ильгнером было предложено в системе Леонарда установить маховик 1 (фиг. 134) и соединить его ось при помощи муфты с валом умформерного агрегата.

В периоды расхода энергии подъемной установкой ниже среднего умформерная группа вместе с маховиком в системе Ильгне-

ра-Леонарда несколько увеличивает число своих оборотов, вследствие чего происходит накопление энергии маховиком. В периоды же расхода энергии подъемной установкой выше среднего умформерная группа с маховиком понижает число своих оборотов, и от маховика отбирается часть накопленной энергии. В результате подъемная установка потребляет из сети равномерно почти постоянную мощность.

Так как число оборотов умформерной группы должно изменяться, то в качестве умформерного двигателя *A* применен асин-

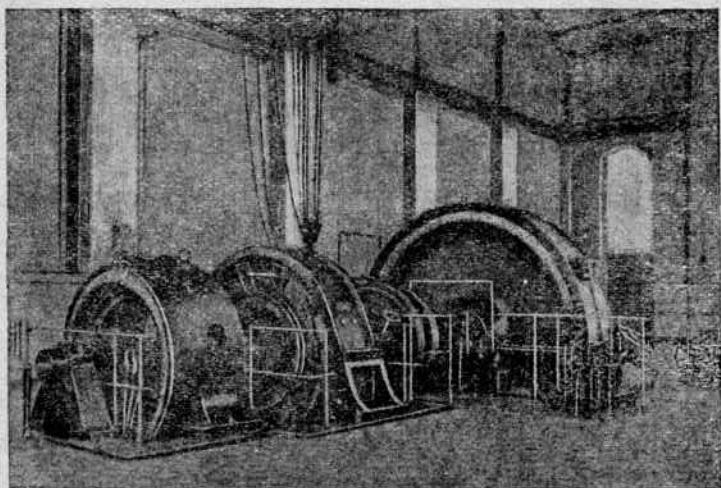


Фиг. 134. Схема электропривода системы Ильгнера-Леонарда.

хронный мотор с контактными кольцами. Для изменения числа оборотов умформерного двигателя в пределах до нормального числа или ниже его служит жидкостный реостат 2 (регулятор скольжения), который подключен к цепи ротора двигателя *A*. Введение и выведение реостата 2 происходит автоматически при помощи маленького сервомотора 5. Этот сервомотор питается током от вторичной обмотки трансформатора 3, первичная обмотка которого включена в цепь тока, питающего умформерный двигатель *A*. Шунтовой регулятор 4 служит для поддержания постоянной величины напряжения в цепи тока возбуждения при переменном числе оборотов умформерной группы. В остальном система Ильгнера-Леонарда ничем не отличается от системы Леонарда, и она, следовательно, имеет все преимущества и недостатки, которыми обладает система Леонарда.

На фиг. 135 показан внешний вид умформерной группы с маховиком системы Ильгнера-Леонарда.

По сравнению с системой Леонарда преимуществом системы Ильгнера-Леонарда является почти полное выравнивание нагрузки, потребляемой подъемной установкой из сети. Относительными же



Фиг. 135. Умформерная группа системы Ильгнера-Леонарда.

недостатками системы Ильгнера-Леонарда являются дополнительные потери энергии вращающимся маховиком и потери энергии в регуляторе скольжения, а также более высокая стоимость оборудования.

По мере постройки в СССР центральных мощных электростанций, а также проведения кольцевания мелких районных электростанций система Ильгнера-Леонарда для подъемных установок дальнейшего распространения не получает.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какому режиму работы должен удовлетворять двигатель подъемной машины?
2. Какие основные требования предъявляются к двигателям подъемных машин?
3. В чем заключается принцип работы и устройство паровой машины?
4. Какие типы паровых машин применяются в качестве двигателя подъемной машины?
5. В чем заключается принцип работы и способ управления асинхронным подъемным двигателем?
6. Какие виды торможения могут быть применены при подъемной машине с асинхронным двигателем?
7. Укажите преимущества и недостатки асинхронного подъемного двигателя.
8. В чем заключается принцип устройства электропривода системы Леонарда?
9. Как производится управление подъемной машиной с электроприводом системы Леонарда?
10. Какие преимущества и недостатки имеет электропривод системы Леонарда по сравнению с асинхронным двигателем?

11. В чем заключается принцип устройства электропривода системы Ильгнера-Леонарда?
12. Какие преимущества и недостатки имеет электропривод системы Ильгнера-Леонарда по сравнению с приводом системы Леонарда?
13. Укажите область применения асинхронного подъемного двигателя, электропривода системы Леонарда и электропривода системы Ильгнера-Леонарда.

Глава IX

КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ПОДЪЕМА. МОЩНОСТЬ ПОДЪЕМНОГО ДВИГАТЕЛЯ И РАСХОД ЭНЕРГИИ

§ 39. КИНЕМАТИКА ПОДЪЕМА

Движение всякого тела характеризуется величиной пройденного пути, скоростью и ускорением или замедлением. Изучением законов движения подъемной системы (вне зависимости от действующих сил) занимается кинематика подъема.

Скоростью подъема называется путь, проходимый подъемными сосудами в единицу времени, например в 1 секунду. Скорость подъема измеряется метрами в секунду ($м/сек$). Движение, во время которого скорость не изменяется, называется равномерным.

Под ускорением понимают приращение скорости в единицу времени (в 1 сек). Ускорение изменяется метрами в секунду в квадрате ($м/сек^2$). Если увеличение скорости движущегося тела за каждую секунду остается одинаковым, то такое движение называют равномерно-ускоренным.

Допустим, например, что клеть с начала подъема двигалась равномерно-ускоренно и через 10 сек. достигла скорости $5 м/сек$. В каждую секунду скорость клетки возрастала на $5 м/сек$: $10 сек. = 0,5 м/сек^2$; следовательно, клеть двигалась с ускорением $0,5 м/сек^2$.

Под замедлением понимают уменьшение скорости в единицу времени. Если уменьшение скорости за каждую секунду остается постоянным, то такое движение называют равномерно-замедленным.

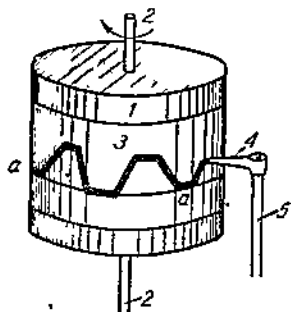
За время одного подъема скорость движения подъемных сосудов (клетей или скипов) не остается одинаковой, а изменяется по некоторому закону в соответствии с управлением подъемной машиной. Для автоматической записи изменения скорости движения клеток или скипов подъемные машины снабжают специальными аппаратами — тахографами с самопишущими приборами. Рассмотрим принцип записи изменения скорости подъема, применяемый в тахографах¹.

Представим, что небольшой барабанчик 1 (фиг. 136), надетый на ось 2—2, вращается равномерно при помощи часового механизма. На этом барабанчике укрепляется лист бумаги 3. К бумаге прикасается перышко 4, укрепленное на отдельном рычаге 5, ко-

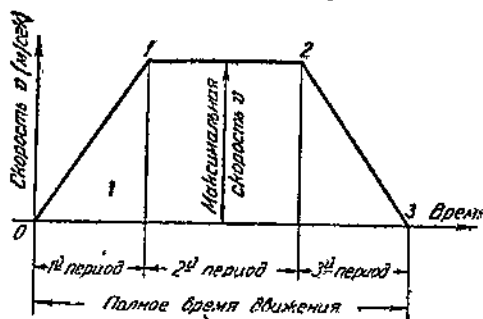
¹ Конструкции тахографов будут рассмотрены в главе X.

торый при помощи специального приспособления и передачи связан с валом подъемной машины. При увеличении числа оборотов подъемной машины, т. е. при увеличении скорости подъема, рычаг 5 приподнимается вверх в соответствии с величиной скорости подъемных сосудов.

Следовательно, если бы подъемная машина не работала, то перышко 4 стояло бы неподвижно внизу и прочертило бы на вращающемся барабанчике прямую горизонтальную линию $a-a$. На листе 3 оно и проводит такую линию во время остановки подъемной машины в период паузы между подъемами. Во время же работы подъема одновременно вращается барабанчик 1, и переме-



Фиг. 136. Автоматическая запись диаграммы скорости на тахографе.



Фиг. 137. Трапецидальная диаграмма скорости.

щается по вертикали перышко 4, в результате чего перышко проводит на бумаге некоторую ломаную линию. Эта линия показывает изменение скорости подъема в зависимости от времени. Такая запись изменения скорости за время одного подъема носит название тахограммы или диаграммы скорости.

На диаграмме скорости по горизонтали мы можем отсчитывать время, а по вертикали измерять величину скорости, соответствующую данному моменту времени.

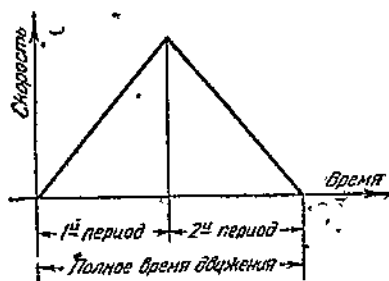
В период работы подъема скорость возрастает от нуля до максимальной величины, некоторое время удерживается на этой максимальной величине, затем уменьшается и при остановке подъемной машины снова равна нулю (длина отрезка нулевой линии скорости соответствует промежутку времени между последовательными подъемами); при пуске машины скорость снова начинает возрастать и т. д.

Рассмотрим изменение скорости за время одного подъема от начала движения подъемных сосудов до их полной остановки, т. е. рассмотрим диаграмму скорости полного подъема (фиг. 137). В начале движения скорость подъема равна нулю (точка O). С момента пуска подъемной машины скорость начинает возрастать и увеличивается от нуля до своей максимальной величины (точка 1), принятой для данной подъемной машины. В этот период (первый период) подъемные сосуды двигаются с возрастающей скоростью, т. е. имеют ускоренное движение. Следовательно, первый период

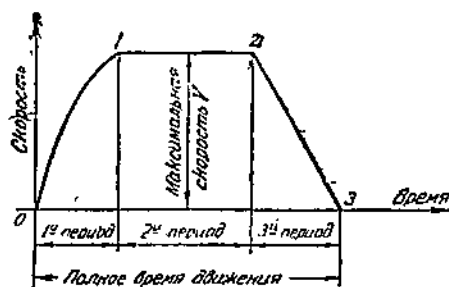
есть период ускоренного движения подъемных сосудов.

Достигнув максимальной скорости, подъемные сосуды некоторое время (второй период) могут двигаться равномерно с этой максимальной скоростью. Следовательно, второй период есть период равномерного движения подъемных сосудов (от точки 1 до точки 2).

По мере приближения к концу подъема (начиная от точки 2) подъемные сосуды движутся в третьем периоде с уменьшающейся скоростью, т. е. с замедлением, до полной остановки (точка 3).



Фиг. 138. Треугольная диаграмма скорости.



Фиг. 139. Трехпериодная диаграмма скорости с равномерно-убывающим ускорением в первом периоде.

Третий период является периодом замедленного движения.

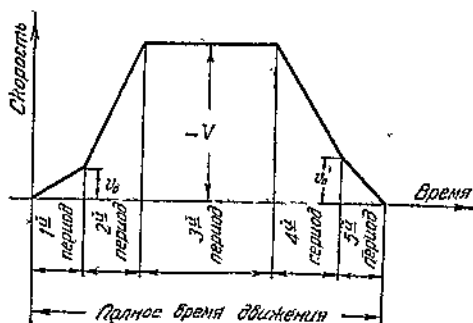
Таким образом полное время движения подъемных сосудов разбито в данном случае на три периода: ускоренного, равномерного и замедленного движения.

Если в периоды ускоренного и замедленного движения скорость соответственно нарастает или падает равномерно, т. е. в первом периоде сосуды имеют равномерно-ускоренное движение, а в третьем периоде — равномерно-замедленное движение, то скорость в эти периоды будет изменяться по закону прямой линии. В таком случае диаграмма скорости получает вид трапеции (см. фиг. 137) и носит название трапециoidalной диаграммы скорости.

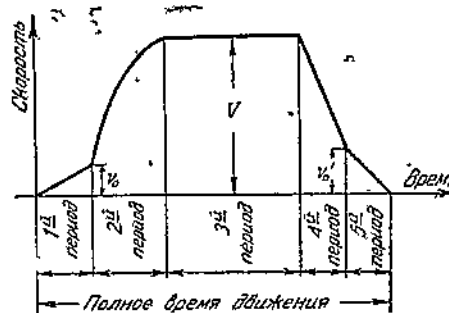
Трапециoidalная диаграмма скорости обычно применяется при подъеме в обыкновенных клетях с приводом подъемной машины как от асинхронного мотора, так и от парового двигателя. Эта диаграмма хорошо удовлетворяет режиму подъема в обыкновенных клетях и режиму управления асинхронным мотором и паровым двигателем, в связи с чем и является наиболее рациональной для указанных систем подъема.

Часто, при подъеме в обыкновенных клетях с приводом от парового двигателя, при неглубоких шахтах период равномерного хода бывает очень малым, а иногда и равным нулю. В последнем случае диаграмма скорости будет иметь вид треугольника (фиг. 138) и состоять из двух периодов: 1) периода равномерно-ускоренного движения и 2) периода равномерно-замедленного движения,

Для подъема в обыкновенных клетях при машине с электроприводом системы Леонарда принимается также трехпериодная диаграмма скорости (фиг. 139), однако эта диаграмма несколько отличается от той, которая была рассмотрена для подъема с асинхронным мотором. В данном случае в первом периоде принимается движение с равномерно-убывающим ускорением. В связи с этим скорость в первом периоде будет изменяться на диаграмме не по прямой линии, а по некоторой кривой, называемой параболой. Такая диаграмма скорости при агрегате Леонарда достигается путем соответствующего профилирования дисков ретардирующего



Фиг. 140. Пятипериодная диаграмма скорости при машине с асинхронным двигателем.



Фиг. 141. Пятипериодная диаграмма скорости при машине с электроприводом системы Леонарда.

устройства. Эта диаграмма скорости при системе Леонарда является наиболее рациональной. Она дает возможность, вследствие убывания ускорения в период пуска, несколько сглаживать пиковую мощность, т. е. дает более равномерное потребление энергии из сети электростанции.

При подъеме опрокидными клетями или скипами, в отличие от подъема обыкновенными клетями, необходимо учитывать наличие разгрузочных направляющих, укрепленных на копре. В связи с этим следует ограничивать скорость схода роликов подъемного сосуда с разгрузочных направляющих, а также скорость входа на них. В противном случае при больших скоростях будут получаться удары. Желательно, чтобы скорость входа v_0^1 роликов подъемного сосуда в разгрузочные кривые была не более 1,5 м/сек. и скорость схода v_0 не более 2 м/сек. Для рассматриваемого случая диаграмма скорости при асинхронном двигателе будет иметь вид, представленный на фиг. 140. Диаграмма скорости имеет пять периодов, где:

первый период — период схода порожнего сосуда с разгрузочных направляющих; рама сосуда имеет равномерно-ускоренное движение; в конце периода скорость равна величине v_0 ;

второй период — равномерно-ускоренное движение (с большим ускорением), начиная от скорости v_0 до максимальной скорости подъема V ;

третий период — равномерное движение с постоянной максимальной скоростью V ;

четвертый период — равномерно-замедленное движение от максимальной скорости V до скорости v_0^1 , при которой груженный сосуд начинает входить в разгрузочные направляющие;

пятый период — равномерно-замедленное движение от скорости v_0^1 до нуля, т. е. до полной остановки; в этот период происходит разгрузка подъемного сосуда при его движении в разгрузочных направляющих.

При подъеме опрокидными клетями или скипами, но с электроприводом системы Леонарда диаграмма скорости будет несколько отличаться от предыдущей и иметь вид, представленный на фиг. 141. Отличным здесь является второй период: в данном случае скорость во втором периоде изменяется на диаграмме не по прямой, а по кривой (по параболе). Причины этого нами были уже разобраны выше при рассмотрении трехпериодной диаграммы, представленной на фиг. 139.

Выше были рассмотрены основные виды диаграммы скорости подъема применительно к установкам с постоянным радиусом навивки. Кроме того, применяются и другие диаграммы, отличающиеся от основных некоторыми видоизменениями.

Правила безопасности в части максимальных скоростей и ускорений, принимаемых для подъема груза и людей, ставят следующие требования:

1. При подъеме и спуске людей по вертикальным выработкам наибольшие скорости движения клетей не должны превышать следующих значений (табл. 12).

Таблица 12

Высота подъема, м	20	30	40	50	75	100	200	300	400 и более
Наибольшая скорость, м/сек	3,5	4,3	5,0	5,6	6,9	8,0	10,5	11,5	12,0

Наибольшие скорости движения для промежуточных высот подъема, не указанных в табличке, необходимо проверять путем линейной интерполяции¹ (§ 137 «Пр. без.»).

2. При подъеме и спуске людей по наклонным выработкам наибольшая скорость движения не должна превышать 3 м/сек при длине выработки до 300 м и 5 м/сек при длине выработки более 300 м (§ 138 «Пр. без.»).

3. При подъеме и спуске грузов в клетях (обыкновенных и опрокидных) и скипах по вертикальным шахтам наибольшая скорость подъема должна быть не более величины, даваемой формулой

$$V = 0,8\sqrt{H},$$

где H — высота подъема в м;

V — наибольшая скорость в м/сек (§ 139 «Пр. без.»).

¹ Для промежуточных высот возрастание допускаемой скорости принято прямопропорционально увеличению высоты подъема.

Примечание автора. Для облегчения вычислений предельной скорости подъема по формуле $V = 0,8 \sqrt{H}$ приводится табл. 12а.

Таблица 12а

Высота подъема, м	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200
Наибольшая скорость, м/сек . . .	3,58	4,38	5,06	5,66	6,93	8,0	8,95	9,8	10,6	11,3
Высота подъема, м	250	300	350	400	450	500	550	600	700	800
Наибольшая скорость, м/сек . . .	12,65	13,85	14,95	16,0	16,95	17,9	18,75	19,6	21,2	22,6

4. При подъеме и спуске людей в бадьях по направляющим наибольшая скорость не должна превышать одной трети наибольшей скорости подъема людей в клетях для соответствующих высот подъема (§ 137 «Пр. без.»); при отсутствии же направляющих наибольшая скорость подъема не должна превышать 1 м/сек (§ 140 «Пр. без.»).

5. При подъеме и спуске грузов в бадьях по направляющим наибольшая скорость должна быть не более двух третей норм, установленных для клетей. При отсутствии же направляющих движение грузовых бадей должно производиться со скоростью не выше 2 м/сек (§ 141 «Пр. без.»).

6. Ускорение и замедление подъемных сосудов при подъеме и спуске людей по вертикальным выработкам не должны превышать 0,75 м/сек² и по наклонным выработкам 0,5 м/сек² (§ 142 «Пр. без.»).

Максимальная скорость движения клетей или скипов, которую может развить подъемная машина, равна скорости на окружности барабана и, следовательно, зависит от диаметра барабана, номинального числа оборотов мотора и передаточного отношения зубчатых колес. Рассмотрим на примере, как определить максимальную скорость подъема при данной подъемной машине.

Пример 10. Определить максимальную скорость подъема при нормальном числе оборотов подъемного мотора в случае подъемной машины с цилиндрическими барабанами, у которой диаметр барабанов $D_6 = 3$ м, передаточное отношение двойной зубчатой передачи $i = 30$, номинальное число оборотов мотора $n_m = 730$ об/мин.

Решение. Число оборотов барабана будет в i раз меньше числа оборотов мотора. При нормальном числе оборотов мотора $n_m = 730$ об/мин число оборотов барабана составит:

$$n_6 = n_m : i = 730 : 30 = 24,3 \text{ об/мин.}$$

За один полный оборот барабана клетки пройдут путь, равный окружности барабана; длина окружности барабана

$$l_1 = 3,14 \cdot D_6 = 3,14 \cdot 3 = 9,42 \text{ м.}$$

В 1 мин. барабан делает n_6 оборотов, следовательно, в 1 мин. клетки пройдут путь $l \cdot n_6$, а в 1 сек. — $\frac{l \cdot n_6}{60}$.

Путь, пройденный в единицу времени (в 1 сек.), называется скоростью. Следовательно, скорость подъема при нормальном числе оборотов двигателя равна

$$V = \frac{l \cdot n_6}{60} = \frac{9,42 \cdot 24,3}{60} = 3,8 \text{ м/сек.}$$

Таблица 13
Максимальные скорости движения подъемных сосудов при стандартных подъемных машинах
с цилиндрическими барабанами

Диаметр барабана, м. . . .	2,5			3,0			3,5		
	30	1		20	30	11,5	30	11,5	10,5
Передаточное отношение . .									9,5
Синхронное число оборотов двигателя, об/мин	500	600	750	1000*	500	600	750	500	300
	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3
Максимальная скорость движения, м/сек.	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3
	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3
Диаметр барабана, м. . . .	4,0			5,0			6,0		
Передаточное отношение . .	30	11,5	10,5	9,5	11,5	10,5	9,5	11,5	10,5
Синхронное число оборотов двигателя, об/мин	500	600	750	300	375	500	250	300	375
	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3
Максимальная скорость движения, м/сек.	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3
	2,1	2,5	3,2	4,2	3,2	3,8	4,8	5,7	6,3

Примечание 1. Максимальные скорости в таблице подсчитаны в соответствии с номинальным числом оборотов асинхронного мотора (числом оборотов ротора); скопление принято в 3%.

2. Для подъемных машин с двумя цилиндрическими барабанами диаметром 2,5 м с передаточным отношением 30 число оборотов мотора 1000 об/мин (отмечено звездочкой) в стандарте не предусмотрено.

В табл. 13 приводятся максимальные скорости движения подъемных сосудов при разных передаточных отношениях и числах оборотов двигателя стандартных подъемных машин с цилиндрическими барабанами, указанных в табл. 9.

§ 40. ДИНАМИКА ПОДЪЕМА

При подъеме груза двигатель развивает некоторые усилия на окружности барабана. Эти усилия во время работы подъема зависят от величины полезно поднимаемого груза, от системы подъема, а также от принятой диаграммы скорости.

Движущие усилия на окружности барабана в период работы подъема не остаются постоянными, а изменяются по некоторому закону. Изучением закона изменений сил, действующих на подъемную систему во время ее работы, занимается динамика подъема.

Прежде чем приступить к рассмотрению динамики подъема, ознакомимся предварительно с некоторыми основными понятиями.

Представим, что на пружинном безмене (фиг. 142) подвешен груз весом Q кг. Если безмен будет находиться в покое или мы будем его поднимать (за кольцо) равномерно, т. е. с постоянной скоростью, то стрелка безмена будет показывать Q кг. Но стоит только начать подъем безмена не с постоянной, а с увеличивающейся скоростью, как стрелка безмена покажет величину более Q кг; при подъеме же с убывающей скоростью стрелка будет показывать величину меньше Q кг. Объясняется это тем, что при движении груза вверх с возрастающей скоростью, т. е. с ускорением, в связи с преодолением инерции движущегося груза натяжение пружины увеличивается. При замедленном же движении груза вверх в связи с тем же явлением инерции натяжение пружины безмена уменьшается.

Учесть влияние инерционных свойств перемещающейся системы можно, вводя понятие о так называемой силе инерции, измеряемой как произведение массы тела на ускорение, получаемое телом при движении.

Обозначим через: $F_{инер}$ — величину силы инерции; j — ускорение, сообщаемое телу, и M — массу тела, которая равна весу тела, деленному на ускорение g свободно падающего тела, принимаемое округленно 10 м/сек^2 .

Следовательно, можно написать

$$F_{инер} = M \cdot j,$$

т. е.

сила инерции = массе $\times$ ускорение

Пример 11. На безмене подвешен груз в 2 кг. Безмен начали поднимать с равномерно-возрастающей скоростью так, что через 3 сек. скорость возросла от нуля до $v = 6 \text{ м/сек}$. Сколько будет показывать стрелка безмена во время подъема?

Решение. Вес груза $Q = 2$ кг.

Масса поднимаемого груза равна

$$M = Q : g = 2 : 10 = 0,2 \text{ ед. массы.}$$

Ускорение j равно приращению скорости v , деленному на время t .

$$j = v : t = 6 : 3 = 2 \text{ сек}^{-2}.$$

$$\text{Сила инерции } F_{\text{инер}} = M \cdot j = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ кг.}$$

Эта сила инерции добавится к статической нагрузке Q , и общее натяжение пружины безмена будет равно

$$F = Q + F_{\text{инер}} = 2 + 0,4 = 2,4 \text{ кг.}$$

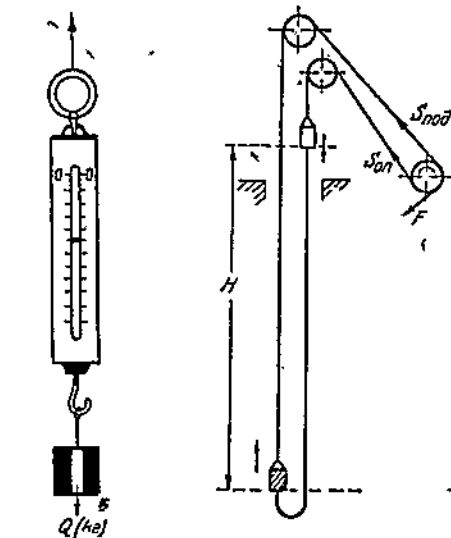
Теперь применим указанные основные положения к условиям работы подъемной установки. Рассмотрим динамику клетевой подъемной установки с постоянным радиусом навивки и с линейно-равновесным подвесным канатом. Схема такой подъемной установки

представлена на фиг. 143. На нижней приемной площадке находится клеть с гружеными углем вагонетками, а на верхней приемной площадке — клеть с порожними вагонетками.

Если освободить сверху кулаки, а внизу вынуть посаженные бруссы, то груженная ветвь каната своим натяжением $S_{\text{пол}}$ будет стремиться повернуть барабан в одну сторону, а порожняковая ветвь натяжением $S_{\text{оп}}$ — в противоположную.

В результате барабан будет стремиться повернуться под действием усилия, равного разности натяжений груженной и порожняковой ветвей каната.

Посмотрим, насколько будет в рассматриваемом случае отличаться статическое



Фиг. 142.
Пружинный
безмен.

Фиг. 143. Схема подъемной
установки с постоянным
радиусом навивки и ниж-
ним уравнивающим
канатом.

натяжение груженной ветви каната от порожняковой. Как видно из схемы (фиг. 143), вес подъемного каната длиной H и поднимаемой ветви уравнивается весом такой же длины нижнего подвесного каната опускаемой ветви, мертвые веса клетей уравнивают друг друга, также взаимно уравниваются и мертвые веса вагонеток. Неуравновешенным, следовательно, остается только поднимаемый в вагонетках полезный груз, который и стремится, в результате, повернуть барабан. Обозначим вес полезно-поднимаемого груза через Q кг.

Чтобы барабан удерживать в равновесии, двигатель подъемной машины должен развить на окружности барабана противоположно направленное усилие, равное этому грузу Q . При движении подъемных сосудов двигатель должен еще преодолеть вредные

сопротивления движению, как-то: сопротивление от трения лап клеток о проводники, сопротивление воздуха, сопротивление от трения в подшипниках направляющих шкивов и т. д. Все эти вредные сопротивления увеличивают требуемое усилие двигателя по отношению к полезному грузу Q примерно на 15—20%, т. е. могут быть нами учтены коэффициентом k по отношению к грузу Q . Обычно при расчетах принимают $k = 1,15$ для скиповых подъемов и $k = 1,20$ — для клетевых.

Таким образом статическое усилие, развиваемое двигателем на окружности барабана при подъеме груза, составит:

$$F_{ст} = k \cdot Q.$$

Усилие $F_{ст}$ двигатель будет развивать при равномерном движении клеток. Во время ускоренного движения клеток двигатель должен будет дополнительно развивать усилие, идущее на сообщение ускорения всем подвижным частям подъемной установки.

Величину силы инерции, характеризующую это ускоренное движение, можно определить путем умножения массы (приведенной) M_1 всех подвижных частей подъемной установки на ускорение j_1 , т. е.

$$F_{инер} = M_1 \cdot j_1.$$

При замедленном же движении клеток накопленная энергия движущейся подъемной системы будет возвращаться и тем самым облегчать работу двигателя.

Следовательно, полное усилие F , развиваемое двигателем на окружности барабана, или, так называемое движущееся усилие, получается как результат сложения статического усилия и сил инерции.

Посмотрим, как будут изменяться движущие усилия рассматриваемого типа подъемной установки в течение полного периода подъема. Принимаем в данном случае трапециoidalную диаграмму скорости и в соответствии с ней построим диаграмму движущих усилий (фиг. 144).

При построении диаграммы движущих усилий по горизонтальной оси будем отсчитывать время, а по вертикали откладывать величину движущих усилий. Величина статического усилия $F_{ст} = K \cdot Q$ в данном случае будет оставаться постоянной в течение всего времени движения подъемных сосудов (линия $a-a$).

Рассмотрим влияние сил инерции по отдельным периодам.

В первом периоде клетки двигаются с равномерно-возрастающей скоростью, т. е. с постоянным ускорением j_1 . Силы инерции в этот период равны $F_{инер} = M_1 \cdot j_1$ и будут добавляться к статической нагрузке. Следовательно, движущее усилие в течение первого периода будет равно

$$F_1 = F_{ст} + F_{инер}.$$

В течение второго периода клетки двигаются равномерно с постоянной скоростью, следовательно силы инерции отсут-

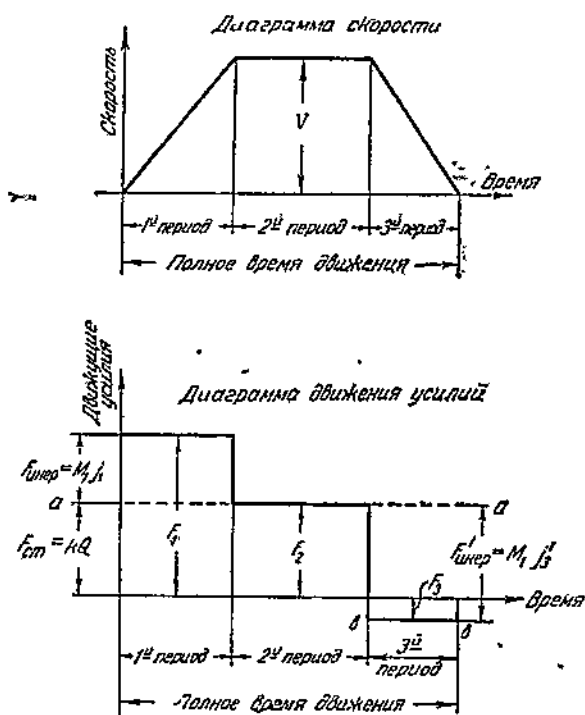
ствуют, и движущее усилие будет равно только статической нагрузке

$$F_2 = F_{ст}.$$

В течение третьего периода клетки двигаются с равномерно-убывающей скоростью, т. е. с постоянным замедлением j_3 . Силы инерции в этом случае равны $F'_{инер} = M_1 j_3$ и будут вычитаться из статического усилия. Следовательно, движущее усилие в третьем периоде равно

$$F_3 = F_{ст} - F'_{инер}.$$

Величина сил инерции зависит от величины замедления, а статическое усилие зависит от величины поднимаемого груза. При вычислении F_3 могут быть три случая замедления, и соответ-



Фиг. 144. Диаграмма движущих усилий при трапециoidalной диаграмме скорости для установки с линейно-равновесными канатами.

ственно три вида управления подъемной машиной в период замедления.

1. При малом замедлении j_1 силы инерции $F'_{инер}$ будут меньше статического сопротивления $F_{ст}$, поэтому, вычитая из $F_{ст}$ величину $F'_{инер}$, мы получим движущее усилие F_3 положительное, т. е. больше нуля. В таком случае двигатель в течение периода замедления

должен будет развивать усилие на окружности барабана, т. е. замедление будет происходить при работе мотора. Такое замедление носит название моторного.

2. Если силы инерции $F'_{инер}$ будут равны статическому сопротивлению $F_{ст}$, то усилие, развиваемое двигателем F_3 , будет равно нулю. В этом случае двигатель можно выключить в начале периода замедления, и движение до остановки получится за счет накопленной энергии движущейся системы. Такое замедление со свободным выбегом называется маховичным.

3. Если замедление j_3 относительно большое, то силы инерции $F'_{инер}$ могут оказаться больше статического сопротивления $F_{ст}$. Величина F_3 получится отрицательной, т. е. меньше нуля (см. линию $в-в$ на фиг. 144), поэтому в период замедления необходимо выключить двигатель и применить торможение. Такое замедление носит название тормозного.

При асинхронном двигателе подъемной машины наиболее желательным является применение маховичного или тормозного вида замедления, так как при моторном виде замедления, как указывалось, при малых положительных усилиях приходится применять одновременно тормоз и реостат, что осложняет управление подъемной машиной и связано с потерями электроэнергии в реостате.

На основании построенной диаграммы движущих усилий (фиг. 144) можно сделать следующие выводы:

1. Усилие, развиваемое двигателем на окружности барабана, в течение полного времени движения подъемных сосудов изменяется не равномерно, а скачками.

2. Наибольшее усилие двигатель развивает в период пуска, причем это усилие будет тем больше, чем с большим ускорением производится пуск подъемной машины. Таким образом, чем более резко производит машинист разгон клеток, тем сильнее перегружается двигатель; при плавном же пуске перегрузка будет меньше.

3. В зависимости от величины замедления (т. е. от продолжительности периода остановки) могут быть различные виды замедлений и соответственно различные способы управления подъемной машиной в этот период.

Пример 12. Подъем клетевой с линейно-равновесным подвесным канатом. Клетки обыкновенные одностажные типовые на стандартную двухтонную вагонетку. Полная высота подъема $H = 223$ м. Максимальная скорость подъема $V = 7,2$ м/сек, продолжительность движения клеток $T = 40$ сек. Диаграмма скорости принята в виде трапеции. Продолжительности отдельных периодов: ускоренного движения $t_1 = 10$ сек., равномерного хода $t_2 = 22$ сек. и замедленного движения $t_3 = 8$ сек. (см. диаграмму скорости на фиг. 145). Вес (приведенный) всех подвижных частей подъемной установки $G_1 = 30\,000$ кг. Построить диаграмму движущих усилий.

Решение. Полезный поднимаемый груз $Q = 2000$ кг. Коэффициент предельных сопротивлений для клетцевого подъема $k = 1,2$. Статическое сопротивление

$$F_{ст} = k \cdot Q = 1,2 \cdot 2000 = 2400 \text{ кг.}$$

Масса (приведенная) подвижных частей подъемной установки

$$M_1 = G_1 : g = 30000 : 10 = 3000 \text{ ед. массы.}$$

Определим движущие усилия для каждого периода движения клетей.
Первый период (равномерно-ускоренное движение):

Ускорение $j_1 = V : t_1 = 7,2 : 10 = 0,72 \text{ м/сек}^2$.

Силы инерции $F_{инер} = M_1 \cdot j_1 = 3000 \cdot 0,72 = 2160 \text{ кг}$.

Движущее усилие $F_1 = F_{см} + F_{инер} = 2400 + 2160 = 4560 \text{ кг}$.

Второй период (равномерное движение):

При равномерном движении силы инерции отсутствуют.

Движущее усилие $F_2 = F_{см} = 2400 \text{ кг}$.

Третий период (равномерно-замедленное движение):

Замедление $j_3 = V : t_3 = 7,2 : 8 = 0,9 \text{ м/сек}^2$.

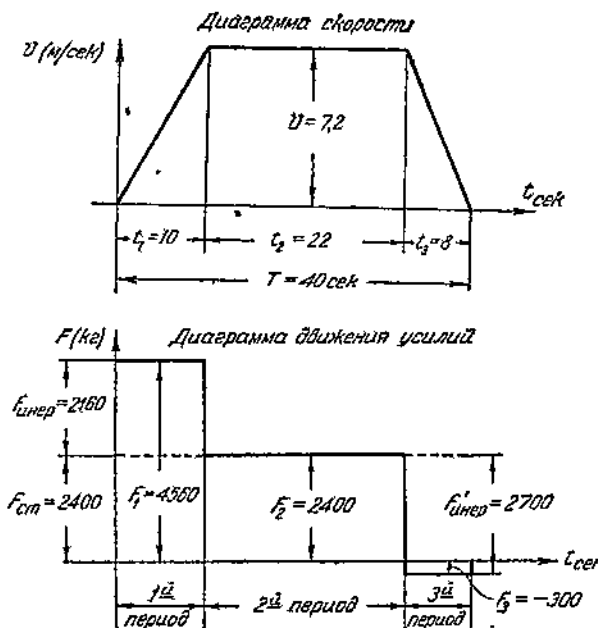
Силы инерции $F'_{инер} = M_1 \cdot j_3 = 3000 \cdot 0,9 = 2700 \text{ кг}$.

Движущее усилие $F_3 = F_{см} - F'_{инер} = 2400 - 2700 = -300 \text{ кг}$.

В данном случае движущие усилия в третьем периоде отрицательные, следовательно вид замедления — тормозной. На основании полученных числовых значений F построена диаграмма движущих усилий (см. фиг. 145).

§ 41. МОЩНОСТЬ ПОДЪЕМНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Двигатель подъемной машины в период работы подъема потребляет энергию неравномерно. Сила тока, потребляемая асинхронным подъемным двигателем из сети, изменяется по такому



Фиг. 145. Построение диаграммы движущих усилий (к примеру 12).

же закону, как и движущие усилия. Следовательно, диаграмма изменения силы тока, потребляемого асинхронным двигателем за полный период подъема, будет иметь такой же вид, как и диаграмма движущих усилий (см. фиг. 144); только в третьем пе-

риоде при тормозном виде замедления сила тока будет равна нулю, т. е. двигатель будет в это время выключен.

Указанная переменная сила тока производит нагрев обмотки двигателя.

Потребную мощность подъемного двигателя для установки с постоянным радиусом навивки подсчитывают по среднему эффективному значению движущих усилий $F_{эфф}$, соответствующую средней силе тока, при которой не будет происходить перегрева обмотки. Это эффективное усилие на окружности навивки для асинхронного подъемного мотора можно определить ориентировочно по следующим формулам:

$F_{эфф} = 1,3 \cdot k \cdot Q$ — для клетьевого подъема без нижнего уравновешивающего каната,

$F_{эфф} = 1,2 \cdot k \cdot Q$ — для клетьевого подъема с равновесным подвесным канатом,

$F_{эфф} = 1,2 \cdot k \cdot Q$ — для скипового подъема без нижнего уравновешивающего каната,

$F_{эфф} = 1,1 \cdot k \cdot Q$ — для скипового подъема с равновесным подвесным канатом,

где k — коэффициент, учитывающий вредные сопротивления при подъеме.

Потребная эффективная мощность на валу подъемного двигателя (номинальная мощность), выраженная в киловаттах:

$$N_{эфф} = \frac{F_{эфф} \cdot V}{102 \cdot \eta_{пер}}, \text{ квт}$$

где V — максимальная скорость подъема в м/сек,

$\eta_{пер}$ — к. п. д. зубчатой передачи.

Принимают $\eta_{пер} = 0,92$ — для одинарной зубчатой передачи и $\eta_{пер} = 0,82$ — для двойной.

Полученную мощность двигателя проверяют на допустимость перегрузки при нормальном режиме работы, при маневровых операциях и смене канатов. В условиях работы подъемной установки асинхронный двигатель допускает перегрузки: при нормальном режиме работы на 60—80% и при маневровых операциях на 80—100%. В установках с постоянным радиусом навивки усилия, которые должен развивать асинхронный двигатель на окружности барабана при нормальном режиме работы и при маневровых операциях, не должны превышать его эффективного усилия более указанных норм.

Пример 13. Для условий, указанных в примере 12, определить ориентировочно потребную мощность асинхронного подъемного двигателя. Зубчатая передача в подъемной машине одинарная. Погонный вес подъемного (и нижнего уравновешивающего) каната $p = 3,9$ кал. Подъемная установка оборудована кулаками.

Решение. Полная высота подъема $H = 223$ м.

Полезно-поднимаемый груз $Q = 2000$ кг.

Мертвый вес вагонетки (на основании табл. 1) $Q_0 = 1140$ кг.

Мертвый вес клетки с прицепными устройствами для подъемного и нижнего уравновешивающего канатов (на основании табл. 2) при деревянных прокладках $Q_{кл} = 3610$ кг.

Максимальная скорость подъема $V = 7,2$ м/сек. Коэффициент вредных сопротивлений $\kappa = 1,2$.

Эффективное усилие асинхронного мотора для клетьевого подъема с линейно-равновесным подвесным канатом вычисляем ориентировочно по формуле

$$F_{эфф} = 1,2 \cdot k \cdot Q = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 2000 = 2880.$$

Коэффициент полезного действия одинарной зубчатой передачи $\eta_{пер} = 0,92$.

Потребная эффективная мощность на валу асинхронного мотора из условия нагрева его обмотки ориентировочно составит

$$N_{эфф} = \frac{F_{эфф} \cdot V}{102 \cdot \eta_{пер}} = \frac{2880 \cdot 7,2}{102 \cdot 0,92} = 221 \text{ квт.}$$

Во время работы подъема двигатель развивает наибольшее усилие в период пуска (см. фиг. 145), а именно $F_1 = 4560$ кг.

Перегрузка двигателя при нормальном подъеме

$$\gamma = F_1 : F_{эфф} = 4560 : 2880 = 1,58, \text{ т. е. } 58\%,$$

что допустимо.

Определим перегрузки двигателя при маневровых операциях. В рассматриваемой подъемной установке могут иметь место следующие маневровые операции:

1. Приподнимание верхней груженой клетки над кулаками без уравнивания второй клетью (нижняя клеть в это время стоит на кулаках или посадочных брусках). В таком случае двигатель должен развить на окружности барабана усилие $F_{ман}$, равное сумме от веса нормально-поднимаемого груза Q , мертвого веса вагонетки Q_v , веса клетки с прицепным устройством $Q_{кз}$ и вредных сопротивлений $Q_{сопр}$ (вес нижнего подвесного каната в данном случае будет уравниваться весом подъемного каната).

Следовательно:

$$F_{ман} = Q + Q_v + Q_{кз} + Q_{сопр} = 2000 + 1140 + 3610 + 200 = 6950 \text{ кг,}$$

где вредные сопротивления одной ветви ориентировочно приняты в 10% от нормального груза Q , т. е.

$$Q_{сопр} = 0,1Q = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ кг.}$$

2. Вытаскивание одной ветви каната с порожней клетью без уравнивания второй ветвью (при смене канатов). В таком случае двигатель должен развить на окружности барабана усилие $F'_{ман}$, равное сумме от веса каната pH , мертвого веса клетки $Q_{кз}$ и вредных сопротивлений $Q_{сопр}$, т. е.

$$F'_{ман} = Q_{кз} + pH + Q_{сопр} = 3610 + 3,9 \cdot 223 + 200 = 4680 \text{ кг.}$$

Наибольшее усилие при маневровых операциях является

$$F_{ман} = 6950 \text{ кг}$$

Перегрузка двигателя

$$\gamma_{\text{max}} = F_{\text{max}} : F_{\text{эфф}} = 6950 : 2880 = 2,41, \text{ т. е. } 141\%.$$

Такая перегрузка двигателя недопустима (должна быть не более 80—100%), следовательно мощность двигателя в 221 *квт* является недостаточной. Допустим перегрузку в 90%, т. е. примем $\gamma_{\text{max}} = 1,9$. В таком случае потребная мощность подъемного двигателя должна быть увеличена в $2,41 : 1,9 = 1,27$ раза и составит

$$N_{\text{эфф}} = 1,27 \cdot 221 = 280 \text{ квт.}$$

§ 42. РАСХОД ЭНЕРГИИ И КОЭФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Подъемная установка, поднимая полезный груз Q *кг* на высоту H *м*, совершает полезную работу $Q \cdot H$ *кгм*. Выразим энергию, затрачиваемую на эту работу, в единицах измерения электроэнергии, а именно — в киловатт-часах (*квт-ч*).

Один киловатт-час энергии соответствует работе в $102 \frac{\text{кгм}}{\text{сек}} \times \times 3600 \text{ сек.} = 367\,000 \text{ кгм}$, т. е. 1 *квт-ч* = 367 000 *кгм*. Следовательно, теоретический расход энергии (без учета вредных потерь) при подъеме груза Q *кг* на высоту H *м* будет равен:

$$\bar{W}_{\text{теор}} = \frac{Q \cdot H}{367\,000} \text{ квт.}$$

Теоретический расход энергии на 1 *т* полезно-поднимаемого груза, т. е. при $Q = 1000$ *кг*, составит

$$\bar{W}'_{\text{теор}} = \frac{1000H}{367\,000} = \frac{H}{367} \text{ квт-ч/т.}$$

Итак:

$$\boxed{\bar{W}_{\text{теор}} = \frac{H}{367} \text{ квт-ч/т.}}$$

Фактический расход энергии подъемной установки $\bar{W}''_{\text{факт}}$ больше теоретического, так как часть энергии теряется на преодоление вредных сопротивлений движению подъемных сосудов, а также в зубчатой передаче, в реостате управления и в самом двигателе.

Частное от деления теоретического расхода энергии на фактический называется коэффициентом полезного действия. Коэффициент полезного действия показывает, какая часть расходуемой энергии идет на полезную работу.

Коэффициент полезного действия подъемной установки

$$\boxed{\eta_{\text{усн}} = \bar{W}'_{\text{теор}} : \bar{W}''_{\text{факт}}}$$

откуда фактический расход энергии на 1 т полезно-поднимаемого груза

$$\boxed{\overline{W}'_{\text{факт}} = \overline{W}'_{\text{теор}} : \eta_{\text{уст}}} \text{ квт-ч/т.}$$

Коэффициент полезного действия подъемной установки с асинхронным двигателем можно ориентировочно определить по формуле

$$\boxed{\eta_{\text{уст}} = \frac{\eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пер}}}{K \cdot \alpha}}$$

где $\eta_{\text{дв}}$ — к. п. д. двигателя ($\eta_{\text{дв}} = 0,9$);

$\eta_{\text{пер}}$ — к. п. д. зубчатой передачи;

K — коэффициент, учитывающий вредные сопротивления;

$\alpha = \frac{V}{V_{\text{ср}}}$ — отношение максимальной скорости V к средней скорости подъема $V_{\text{ср}}$; этот коэффициент учитывает в данном случае потери электроэнергии в реостате.

Пример 14. Определить ориентировочно, сколько израсходует электроэнергии в сутки клетевая подъемная установка с асинхронным двигателем и одинарной зубчатой передачей, если:

производительность подъема угля 2000 т/сутки, высота подъема $H = 230$ м, максимальная скорость подъема $V = 7,2$ м/сек, продолжительность движения клетей $T = 40$ сек.

Решение.

Средняя скорость подъема

$$V_{\text{ср}} = H : T = 230 : 40 = 5,75 \text{ м/сек.}$$

Отношение максимальной скорости к средней

$$\alpha = V : V_{\text{ср}} = 7,2 : 5,75 = 1,25.$$

Коэффициент вредных сопротивлений $K = 1,2$.

Коэффициент полезного действия одинарной зубчатой передачи $\eta_{\text{пер}} = 0,92$.

Коэффициент полезного действия мотора $\eta_{\text{дв}} = 0,9$.

Коэффициент полезного действия подъемной установки, оборудованной асинхронным двигателем, ориентировочно равен:

$$\eta_{\text{уст}} = \frac{\eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{пер}}}{K \cdot \alpha} = \frac{0,9 \cdot 0,92}{1,2 \cdot 1,25} = 0,55.$$

Теоретический расход энергии на 1 т полезно-поднимаемого груза

$$\overline{W}'_{\text{теор}} = \frac{H}{367} = \frac{230}{367} = 0,627 \text{ квт/ч.}$$

Фактический расход энергии подъемной установкой на 1 т угля составит около

$$\overline{W}'_{\text{факт}} = \overline{W}'_{\text{теор}} : \eta_{\text{уст}} = 0,627 : 0,55 = 1,14 \text{ квт-ч/т.}$$

Расход электроэнергии в сутки на подъем угля

$$\overline{W}_{\text{сут}} = 1,14 \cdot 2000 = 2280 \text{ квт-ч/сутки.}$$

1. Что такое скорость, ускорение и замедление?
2. Какое движение называется равномерным, равномерно-ускоренным и равномерно-замедленным?
3. Что называется диаграммой скорости и как производится запись диаграммы скорости подъема на тахографе?
4. Какие диаграммы скорости принимают для подъема в зависимости от типов подъемных сосудов и двигателей?
5. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» в отношении максимальных скоростей и ускорений при подъеме груза и людей?
6. Как определить максимальную скорость подъема при данной подъемной машине?
7. При каком движении возникают силы инерции и чему они равны?
8. Как изменяются усилия, развиваемые двигателем на окружности барабана (в подъемной установке с постоянным радиусом наводки и с линейно-равновесным подвесным канатом)?
9. Какие бывают виды замедлений и как будет соответственно происходить управление подъемной машиной?
10. Какой вид замедления является наиболее желательным при асинхронном подъемном двигателе?
11. Как определить ориентировочно требуемую мощность асинхронного подъемного двигателя?
12. Что такое коэффициент полезного действия?
13. Как определить ориентировочно коэффициент полезного действия подъемной установки с асинхронным двигателем?
14. Как ориентировочно определить расход электроэнергии подъемной установкой с асинхронным двигателем?

Глава X

АППАРАТУРА И СХЕМЫ КОММУТАЦИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН. СИГНАЛИЗАЦИЯ

§ 43. АППАРАТУРА УПРАВЛЕНИЯ

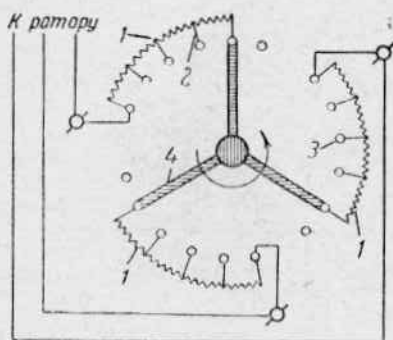
Пусковая и регулирующая аппаратура подъемной машины с асинхронным двигателем

Реостаты

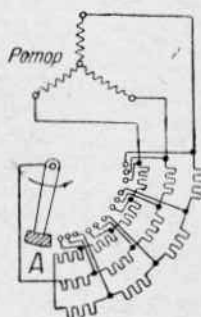
При асинхронном подъемном двигателе реостат включается, как указывалось, в цепь ротора с целью получения большого момента вращения мотора при пуске, уменьшения пусковой силы тока, а также для изменения числа оборотов двигателя. Для подъемных машин с асинхронным двигателем применяются как металлические, так и жидкостные реостаты.

Схема соединения трехфазного металлического реостата со ступенчатым включением показана на фиг. 146. Здесь 1—отдельные секции сопротивления реостата, которые при помощи проводников 2 соединены с неподвижными контактами 3. По неподвижным контактам 3 скользит подвижной контакт 4, называемый коммутатором. Реостат имеет, в соответствии с числом фаз мотора, три группы сопротивлений, замыкаемых коммутатором накоротко. При перемещении коммутатора будет соответственно изменяться по ступеням сопротивление реостата.

На фиг. 147 показана другая схема соединения трехфазного металлического реостата, отличающаяся от предыдущей схемы расположением неподвижных контактов, а также формой подвижного контакта. В данном случае контакты отдельных фаз чередуются между собой. Длина подвижного контакта *А* допускает одновременное замыкание трех неподвижных контактов. При пере-



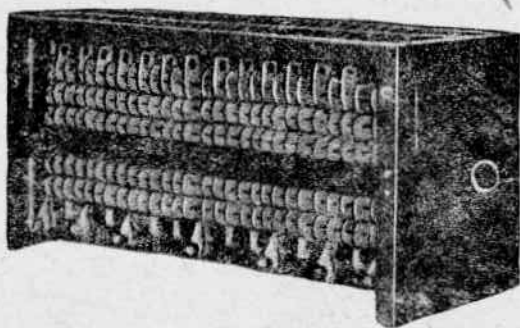
Фиг. 146. Схема соединения трехфазного металлического реостата со ступенчатым включением.



Фиг. 147. Схема металлического трехфазного реостата.

мещении подвижного контакта *А* по направлению, указанному стрелкой, сопротивление реостата будет постепенно уменьшаться.

Сопротивления металлических реостатов для подъемных машин с асинхронным мотором изготавливаются обычно из чугунных пластин, которые заключаются в защитный кожух (фиг. 148); реостаты применяются с воздушным охлаждением. Включение и



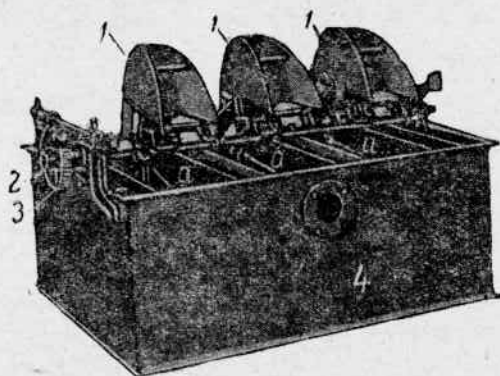
Фиг. 148. Чугунные сопротивления реостата.

выключение секций реостата производится при помощи специального аппарата — контроллера.

В жидкостных реостатах сопротивлением служит жидкость, называемая электролитом. В качестве электролита обычно применяется раствор соды в воде (5—10%). Жидкостные реостаты выпускаются двух типов: 1) с подвижными электродами

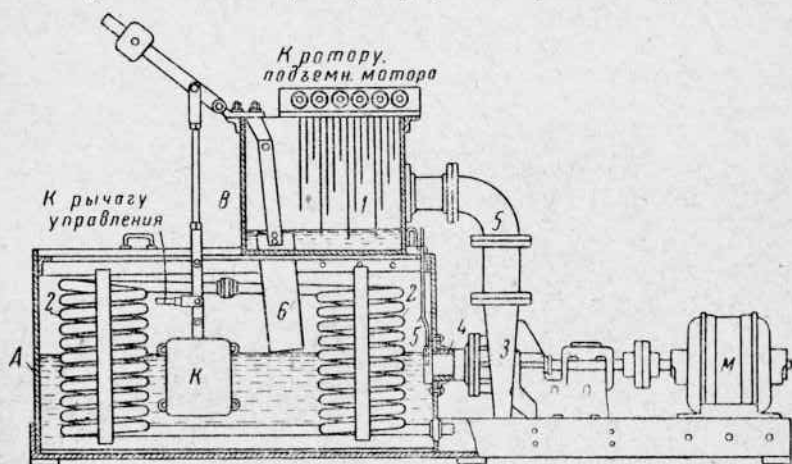
и 2) с неподвижными электродами (с подвижным уровнем электролита).

На фиг. 149 показан жидкостный реостат с подвижными электродами. Он имеет три серповидных металлических электрода 1, соединенных между собой в звезду и закрепленных



Фиг. 149. Жидкостный реостат с подвижными электродами.

на изолированном валу 2. При помощи зубчатой передачи 3, связанной с рукояткой управления, вал 2 вместе с электродами 1 поворачивается, благодаря чему электроды могут быть погружены в сосуд 4 с содовым раствором. Сосуд 4 разгорожен на три изолированные камеры *a*, внутри которых находятся так на-



Фиг. 150. Жидкостный реостат с неподвижными электродами.

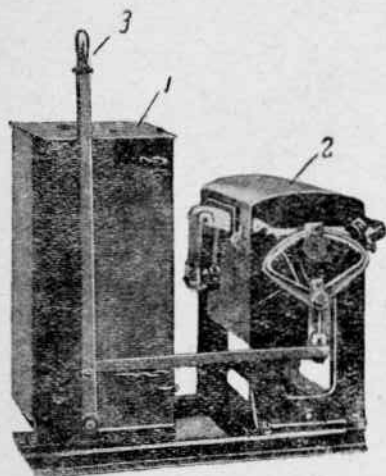
зываемые контрэлектроды, соединенные с соответствующими фазами ротора. По мере погружения электродов в электролит расстояние между электродами и контрэлектродами уменьшается, в связи с чем уменьшается и сопротивление реостата. Многие конструкции таких реостатов предусматривают устройство, которое препятствует полному выводу электродов из жид-

кости. В противном случае образуется дуга, которая повреждает концы электродов и, кроме того, может вызвать взрыв гремучего газа, получаемого от разложения воды электролизом. При большой мощности мотора электролит реостата сильно нагревается, поэтому для его охлаждения предусматриваются змеевики, по которым циркулирует холодная вода.

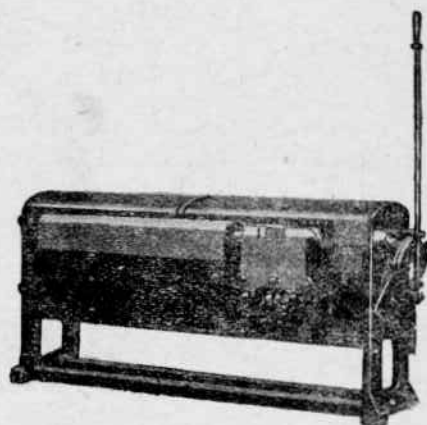
На фиг. 150 показан жидкостный реостат с неподвижными электродами. Здесь неподвижно укрепленные электроды 1 соединены с ротором подъемного мотора и помещены в сосуде В. Во втором сосуде А налит электролит (раствор соды в воде). Для охлаждения электролита предусмотрены змеевики 2, по которым циркулирует холодная вода. Насос 3, приводимый в движение мотором М, непрерывно перекачивает электролит по всасывающей трубе 4 и нагнетательной трубе 5 из сосуда А в сосуд В. Уровень электролита в сосуде В регулируется при помощи рычага управления задвижкой (клапаном) 6, выпускающей электролит обратно в сосуд А. При повышении уровня жидкости в сосуде В сопротивление в цепи ротора мотора уменьшается, и наоборот. Для регулирования отверстия во всасывающей трубе 4 служит задвижка 5. К — контроллер для управления статорным переключателем, соединенный с рычагом управления.

КОНТРОЛЛЕР И СТАТОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ (РЕВЕРСЕР)

Для включения и выключения секций металлического реостата служит аппарат — контроллер. Контроллер имеет неподвижные контакты, соединенные с секциями роторного реостата, а



Фиг. 151. Контроллер и статорный переключатель.



Фиг. 152. Аппарат управления подъемной машиной с асинхронным двигателем.

также подвижные контакты, укрепленные на так называемом коммутаторном валу. При повороте коммутаторного вала контроллера подвижные контакты замыкают в определенной

последовательности неподвижные контакты и тем самым изменяют сопротивление реостата. Коммутаторный вал соединен с рукояткой управления подъемной машины.

Для изменения направления вращения асинхронного мотора, т. е. для изменения направления хода подъемной машины (реверсирования хода), служит переключатель фаз статора мотора или так называемый реверсер.

На фиг. 151 показан внешний вид контроллера 1 и статорного переключателя 2. Оба аппарата приводятся в действие от одной общей рукоятки управления 3. Контакты переключателя фаз с целью уменьшения габаритных размеров самого реверсера помещены в сосуде, заполненном маслом (масляный реверсер).

При небольшой мощности подъемного двигателя контроллер и реверсер часто соединяют в один общий аппарат, называемый аппаратом управления. Внешний вид такого аппарата управления показан на фиг. 152. Обычно при высоком напряжении контакты аппарата управления выполняются погруженными в масло.

Пусковая и регулирующая аппаратура при контакторном управлении асинхронным подъемным двигателем

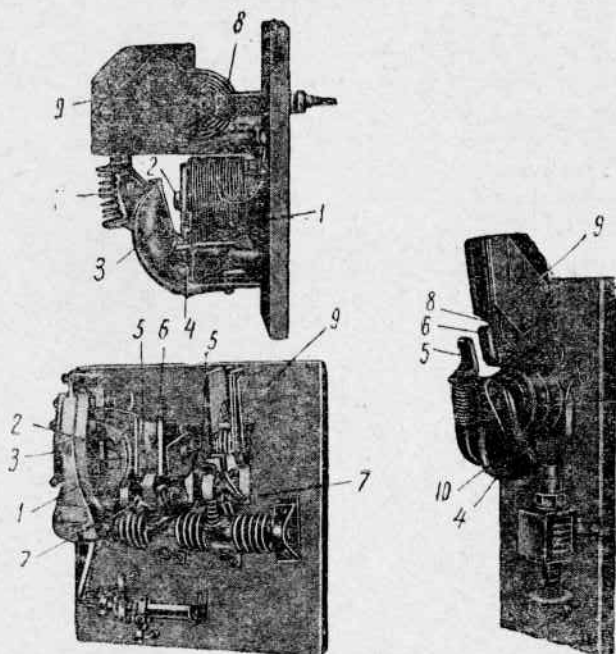
Нами были рассмотрены аппараты непосредственного управления роторным реостатом и переключателем фаз статора, при которых основной ток ротора и статора проходит непосредственно через замыкаемые контакты аппарата управления. Такое управление асинхронным двигателем применимо только для подъемных машин относительно небольшой мощности. При мощных подъемных двигателях на контактных аппаратах управления получается большая разрывная сила тока, которая вызывает подгорание контактов и, кроме того, требует громоздкого статорного переключателя, управление которым приходится осуществлять отдельным моторчиком.

В последнее время с целью устранения указанных недостатков для подъемных установок с асинхронным подъемным двигателем стали применять так называемое контакторное управление роторным реостатом и статорным переключателем. При контакторном управлении через включаемые контакты аппарата управления проходит вспомогательный ток относительно небольшой силы и низкого напряжения. Этот вспомогательный ток проходит через катушки электромагнитов в цепи управления; при помощи электромагнитов происходит замыкание контактов в цепи главного тока ротора или статора.

На фиг. 153 показано устройство однополюсного контактора. Катушка 1 электромагнита включена в цепь вспомогательного тока управления. При прохождении тока по обмотке катушки 1 неподвижный сердечник 2 электромагнита притянет якорей 3, вращающийся на оси 4. Якорек 3 прижмет подвижной контакт 5 к неподвижному контакту 6 и этим самым замкнет цепь главного тока. При выключении тока в катушке 1 сердечник 2 не будет притягивать якорек 3, и последний под действием собственного

веса и пружины 7 отодвинет контакт 5 от контакта 6 и разомкнет цепь главного тока. Для гашения дуги, которая обычно возникает между контактами 5 и 6 при их размыкании, служит катушка 8 искрогасителя. Для ограничения указанной дуги контакты ограждены с боков перегородками 9. Подвод главного тока к подвижному контакту осуществляется при помощи медной ленты 10. Совершенно так же устроены двух- и трехполюсные контакторы, имеющие две или три пары замыкаемых контактов (аналогично двух- и трехполюсным рубильникам).

На фиг. 154 дана принципиальная схема включения асинхронного подъемного двигателя при контакторном управлении, где

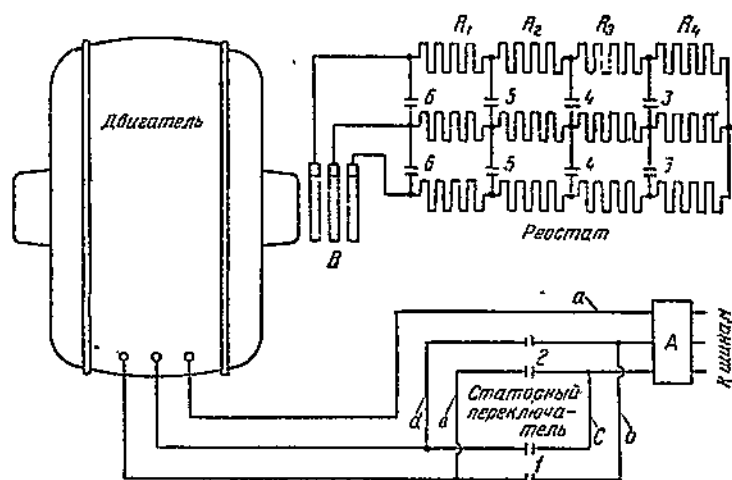


Фиг. 153. Однополюсный контактор.

1, 2 — контакты статорных контакторов; 3, 4, 5, 6 — контакты роторных контакторов; А — масляный выключатель; В — контакторные кольца ротора и R_1 , R_2 , R_3 и R_4 — сопротивления реостата. На фиг. 155 указана последовательность включения контакторов в зависимости от перемещения рукоятки контроллера. Здесь черные кружки показывают номера замкнутых контакторов.

Рассмотрим пути главного тока статора при различных положениях рукоятки контроллера (см. совместно фиг. 154 и 155). В нулевом положении (0) рукоятки контроллера все контакторы разомкнуты, следовательно двигатель отключен от сети. При повороте рукоятки контроллера из положения 0 в положение «1 — вперед» будет замкнут контактор 1, и статор двигателя будет включен на питающую его сеть при помощи проводов а, б, с.

При повороте же рукоятки контроллера в положение «1—назад» будет замкнут контактор 2, и статор присоединится к сети при помощи проводов *a*, *d*, *e*. В зависимости от замыкания контакторов 1 или 2 происходит переключение двух фаз статора.



Фиг. 154. Принципиальная схема включения асинхронного подъемного двигателя с контакторным управлением.

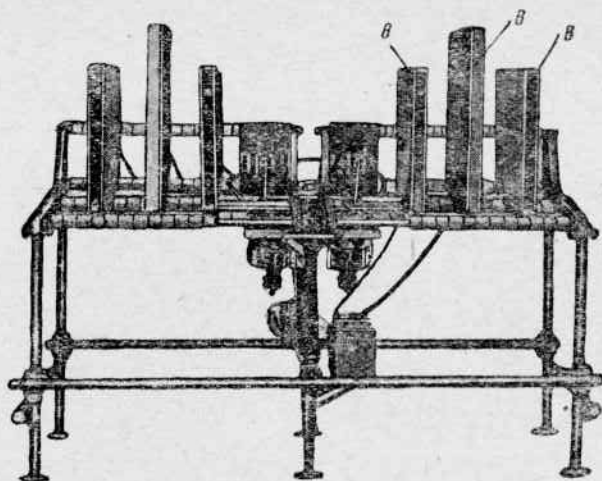
Теперь рассмотрим пути главного тока ротора в зависимости от перемещения рукоятки контроллера. При нулевом положении (0) в роторной цепи нет замкнутых контакторов, следовательно в роторную цепь включен полностью реостат с секциями R_1 , R_2 ,

Положе- ние руко- ятки кон- троллера	Вперед					0	Назад				
	5	4	3	2	1		1	2	3	4	5
Контакторы	1	●	●	●	●						
	2						●	●	●	●	●
	3	●	●	●				●	●	●	●
	4	●	●	●					●	●	●
	5	●	●							●	●
	0	●									●

Фиг. 155. Порядок включения контакторов в зависимости от перемещения рукоятки контроллера.

R_3 и R_4 . При повороте рукоятки контроллера в положения «1—вперед» или «1—назад» изменений в роторной цепи не будет. При повороте рукоятки в положение 2 произойдет замыкание контакторов 3, и секции реостата R_4 будут выключены, т. е. сопротивление реостата будет уменьшено. При дальнейшем пово-

роте рукоятки в положения 3, 4, 5 будет происходить замыкание контакторов 4, 5, 6 и соответствующее выключение ступеней рео-



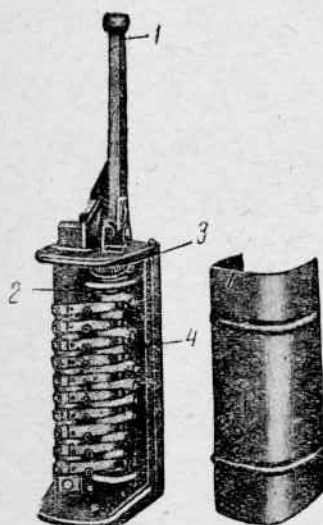
Фиг. 156. Воздушный статорный переключатель.

стата R_3 , R_2 и R_1 . При положении 5 рукоятки контроллера реостат полностью выведен из цепи ротора, чему будет соответствовать нормальное число оборотов асинхронного двигателя и максимальная скорость подъема.

При контакторном управлении асинхронным двигателем применяется только металлический реостат с отдельными ступенями сопротивлений. Такой реостат нами был уже рассмотрен на фиг. 148.

Внешний вид трехполюсных контакторов воздушного статорного переключателя (реверсера) показан на фиг. 156. Здесь B — боковые изолирующие ограждения, которые ограничивают распространение дуги при размыкании контактов, а также предохраняют от замыканий между фазами.

На фиг. 157 показан контроллер для контакторного управления асинхронным подъемным двигателем или так называемый в данном случае командоконтроллер. Кожух контроллера для наглядности снят. Здесь: 1 — рукоятка управления, 2 — вал контроллера, приводимый в движение от рукоятки управления при помощи конической передачи, 3—4 — контактные пальцы.



Фиг. 157. Командоконтроллер для контакторного управления асинхронным подъемным мотором.

управления при помощи конической передачи, 3—4 — контактные пальцы.

Пусковая и регулирующая аппаратура подъемной машины с электрическим приводом системы Леонарда¹

В подъемных машинах с электроприводом системы Леонарда необходимо различать: 1) устройства для пуска двигателя умформерного агрегата и 2) устройства для пуска и регулирования числа оборотов двигателя подъемной машины.



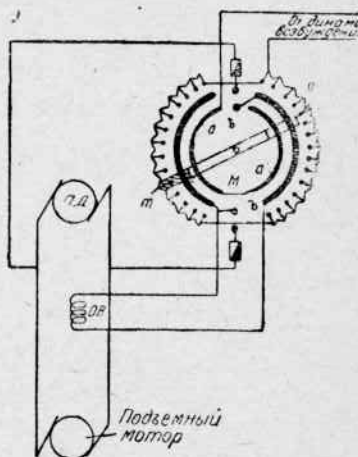
Фиг. 153. Аппарат управления подъемным двигателем в системе Леонарда.

Пуск умформерного агрегата обычно производится при асинхронном моторе — жидкостным реостатом, а при синхронном моторе — пусковым трансформатором.

Управление подъемным двигателем, т. е. изменение числа оборотов двигателя и изменение направления его вращения, осуществляется при помощи аппарата управления, включенного в цепь возбуждения пусковой динамо. Этот аппарат управления включает в себе металлический регулировочный реостат и переключатель.

Внешний вид аппарата управления представлен на фиг. 158. Контактный рычаг *М*, насаженный на оси *О*, своими щетками *т* и *т'* при вращении вала скользит по неподвижным контактам *а* и *б*. Вал *О* приводится в движение при помощи зубчатого колеса *б*, находящегося в сцеплении с зубчатой рейкой *5* рычага *3*. Рычаг *3* связан с рукояткой управления и ретардирующим устройством (см. фиг. 133).

Схема включения аппарата управления электропривода системы Леонарда приведена на фиг. 159. Здесь указано: ПД — пусковая динамо; ОВ — обмотка возбуждения пусковой динамо; М — контактный рычаг. При вращении рычаг *М* щетками *т* и *т'*



Фиг. 159. Схема включения аппарата управления электропривода системы Леонарда.

¹ В связи с малым распространением системы Ильгнера-Леонарда, аппаратура управления и схемы коммутаций этой системы нами не рассматриваются.

скользит по неподвижным контактам и изменяет сопротивление в цепи возбуждения пусковой динамо. Вращение рычага M в противоположную сторону от среднего положения bb' производит изменение направления тока возбуждения в обмотке пусковой динамо, чем достигается изменение направления вращения подъемного двигателя (реверсирование хода машины). При среднем положении контактного рычага M замыкаются контакты b и b' ; этим достигается включение обмотки возбуждения пусковой динамо в цепь «подъемный двигатель — пусковая динамо» с целью уничтожения остаточного магнетизма.

§ 44. КОНТРОЛЬНАЯ АППАРАТУРА ¹

Указатели глубины (индикаторы)

По «Правилам безопасности» подъемная машина должна быть снабжена аппаратом (индикатором), показывающим машинисту положение сосудов в стволе, и автоматическим звонком, сигнализирующим о необходимости начала периода замедления (§ 154 «Пр. без.»).

На фиг. 160 показан схематически указатель глубины или так называемый индикатор глубины. Он имеет два вертикальных шпинделя 1 и $1'$ с резьбой, на которых насажены гайки 2 и $2'$, со стрелочными указателями 3 и $3'$. Гайка при вращении шпинделя перемещается по направляющим вдоль его оси. Шпиндель $1'$ приводится в движение от насаженной на валу A подъемной машины конической шестерни 4 при помощи конических передач $5-6$, $7-8$ и $9-10$. Шпиндель 1 приводится в движение от холостого барабана при помощи цепи Галля, передающей вращение от звездочки 11 холостого барабана к звездочке 12 , сидящей на пустотелом валу, а также при помощи конической передачи $13-14$. Следовательно, стрелка $3'$ будет показывать положение клетки заклиненного барабана, а стрелка 3 — положение клетки холостого барабана. Во время подъема при вращении вала A машины шпиндели 1 и $1'$ будут вращаться в противоположных направлениях, и гайки 2 и $2'$ будут перемещаться в соответствии с движением клеток одна вверх, а другая — вниз.

В случае отсоединения холостого барабана и вращения вала подъемной машины (с заклиненным барабаном) шпиндель 1 будет неподвижен, а вращаться будет только шпиндель $1'$.

Стрелки 3 и $3'$ перемещаются вдоль шкалы, нанесенной на рейке, и показывают глубину нахождения клетки; отсчет ведется от верхней приемной площадки. Гайки 2 и $2'$ имеют выступы, которыми они задевают при приближении клеток к приемным площадкам за боек звонка и дают сигнал, которым предупреждают машиниста о необходимости начала замедления.

На фиг. 161 показан внешний вид указателя глубины, где обозначено: 1 — вертикальные шпиндели с резьбой; 2 — подвижные

¹ Описываемая контрольная аппаратура устанавливается и на паровых подъемных машинах.

гайки со стрелочными указателями 3; 4 — шкала с делениями, отмечающими глубину шахты; 5 — сигнальный звонок.

От передачи шпинделей приводятся во вращение диски 6—6. Эти диски при электроприводе системы Леонарда имеют приливы 7—7, профиль которых соответствует требуемой диаграмме скорости (см. описание ретардирующего устройства системы Лео-

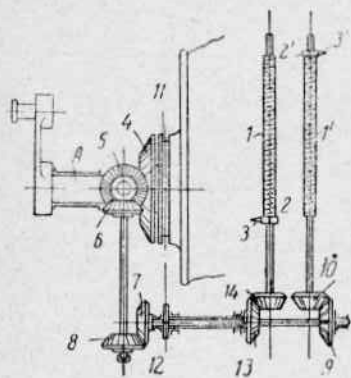


Fig. 160. Схема указателя глубины.

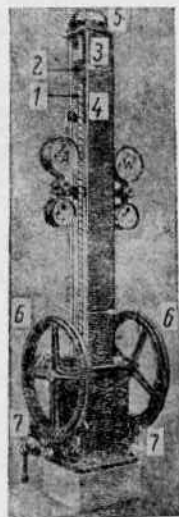


Fig. 161. Указатель глубины.

нарда), а при асинхронном двигателе — имеют вид кулачков. На стойке указателя глубины помещены измерительные приборы, а именно: амперметр, вольтметр, ваттметр и манометр, показывающий давление сжатого воздуха в тормозных цилиндрах¹.

Кроме указанной конструкции, встречаются дисковые указатели глубины, у которых стрелки перемещаются по круглому циферблату с нанесенными на нем делениями.

Тахографы

Прибор, показывающий скорость движения подъемных сосудов и автоматически записывающий изменение этой скорости, называется самопишущим указателем скорости или тахографом.

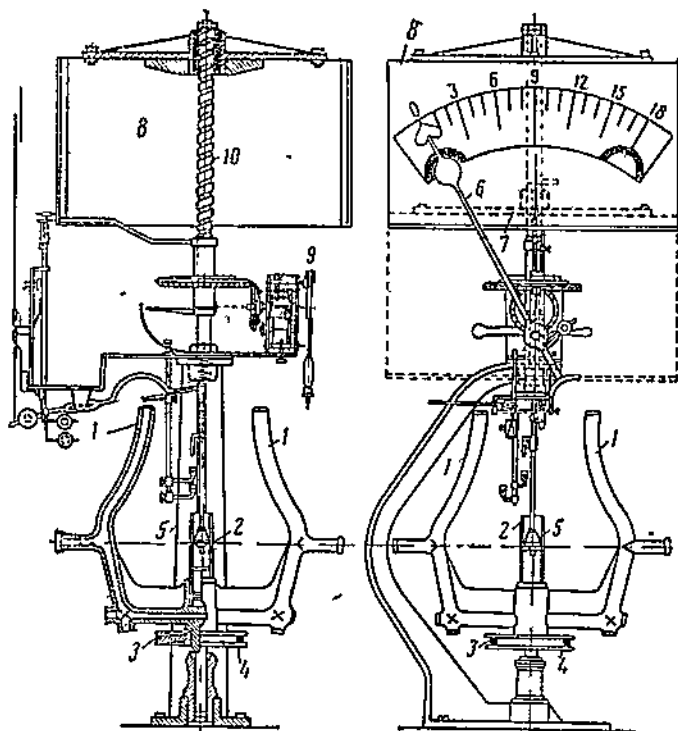
По «Правилам безопасности» подъемная машина должна быть снабжена самопишущим указателем скоростей движения сосудов. Диаграммы скоростей должны сохраняться в течение 6 месяцев (§ 156 «Пр. без.»).

Принцип записи тахографом диаграммы скорости подъема был рассмотрен в разделе «Кинематика подъема».

¹ При паровых машинах вместо этих приборов устанавливают манометр, показывающий давление пара.

Наибольшее распространение на подъемных установках получили ртутно-грузовой тахограф типа Карлик и пружинно-грузовой тахограф Хорна.

На фиг. 162 показан тахограф типа Карлик. Он имеет сосуд, который состоит из двух боковых трубок 1—1 специальной формы и средней трубки 2; эти трубки сообщаются между собой. В сосуд налита ртуть. Сосуд приводится во вращение относительно вертикальной своей оси от вала подъемной машины ре-

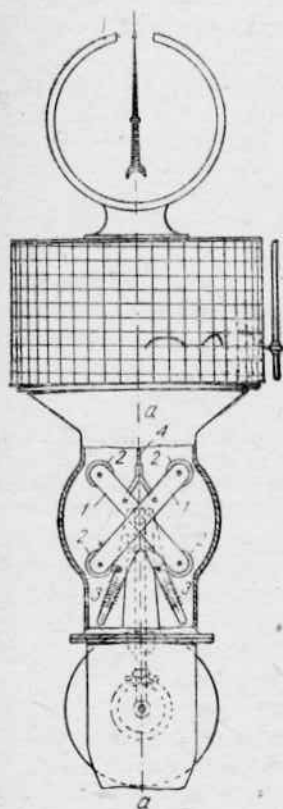


Фиг. 162. Тахограф типа Карлик.

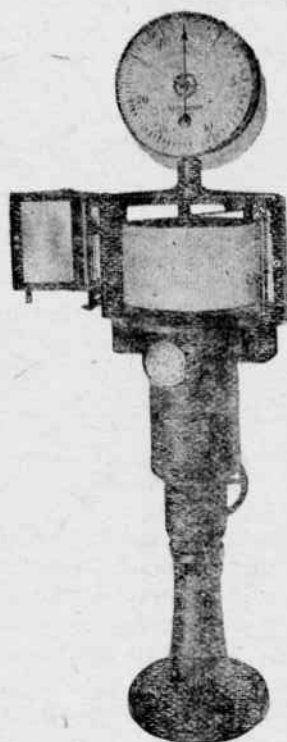
менным шнуром 3 при помощи шкива 4. При вращении сосуда благодаря центробежной силе ртуть будет подниматься в наружных трубках 1 и опускаться в средней трубке 2. В трубке 2 помещен поплавок 5, который системой передач связан со стрелкой 6 указателя скорости и с перышком 7 самопишущего прибора. Чем больше скорость подъема, тем быстрее вращается сосуд с ртутью. В таком случае поплавок 5 будет опускаться соответственно ниже и давать большее отклонение стрелки 6 указателя скорости и больший приподъем перышка 7. Перышко 7 прижато к бумажной ленте, надетой на барабанчик 8. Барабанчик вращается непрерывно при помощи часового механизма 9, и перышко 7, перемещаясь в соответствии со скоростью, производит запись на ленте диаграммы скоростей подъема. Барабанчик 8

при вращении под влиянием собственного веса перемещается вниз по шпинделю 10 с винтовой нарезкой, следовательно запись тахограмм на ленте производится в несколько рядов по винтовым линиям. Полный поворот барабанчика происходит обычно за 2 часа. Один раз в сутки необходимо менять бумажную ленту, при этом барабанчик 8 необходимо поднимать в его наивысшее (начальное) положение.

Пружинно-грузовой тахограф Хорна (фиг. 163) имеет две перекрещенные планки 1, соединенные между собой посередине



Фиг. 163. Тахограф Хорна.



Фиг. 164. Внешний вид тахографа Хорна.

шарниром. На концах обеих планок укреплены грузы 2, которые уравнивают друг друга. При вращении планок относительно оси $a-a$ грузы, благодаря центробежной силе, будут расходиться в стороны и растягивать пружину 3, вызывая перемещение рычажка 4. Рычажок 4 связан передачей со стрелкой указателя скорости и перышком самопишущего прибора. Запись диаграмм скоростей на тахографе Хорна производится так же, как и на тахографе Карлика. Внешний вид тахографа Хорна представлен на фиг. 164.

§ 45. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

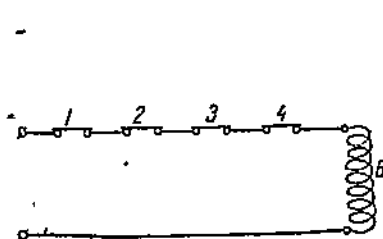
Предохранительная цепь (цепь защиты)

Для предохранения от аварий, которые могут получаться вследствие ошибочных действий машиниста или какой-либо неисправности машины, подъемная установка снабжается защитой. Защитные приспособления в таких случаях автоматически приводят в действие предохранительный тормоз и одновременно выключают подъемный двигатель.

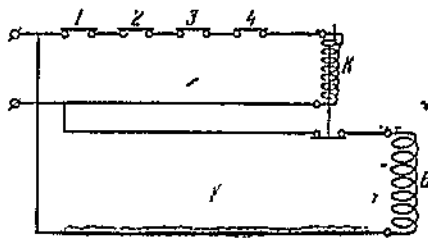
В подъемной установке предусматривается следующая предохранительная аппаратура:

1) минимальное реле, которое срабатывает при значительном падении или отсутствии напряжения в сети;

2) максимальное реле, которое срабатывает в случае перегрузки подъемного двигателя сверх допустимой нормы (при застревании подъемного сосуда в стволе шахты, при чрезмерных ускорениях в момент пуска и т. д.);



Фиг. 165. Схема предохранительной цепи.



Фиг. 166. Схема предохранительной цепи с контактором.

3) концевой выключатель (ограничитель хода), который срабатывает при переподъеме клетки или скипа выше приемной площадки или кромки бункера;

4) ограничитель скорости, который срабатывает в случае превышения скорости движения подъемных сосудов сверх заданных пределов.

Перечисленные защитные аппараты имеют соответственно контакты 1, 2, 3 или 4 (фиг. 165), которыми нормально они держат в замкнутом состоянии цепь тормозного электромагнита В (предохранительную цепь).

При срабатывании одного из предохранительных устройств происходит размыкание контакта предохранительной цепи, в результате чего срабатывает электромагнит В предохранительного тормоза.

Рассмотренная схема предохранителей цепи применяется при небольшой силе тока, питающей тормозной электромагнит. В противном же случае применяется схема, показанная на фиг. 166. Здесь контакты 1, 2, 3 или 4 предохранительных устройств размыкают цепь, в которую включена катушка контактора К; при срабатывании контактора К его контакт К размыкает цепь тормозного электромагнита В. Такая схема предохранительной цепи

принята Харьковским электромеханическим заводом имени И. В. Сталина (ХЭМЗ) для советских подъемных машин.

В системе Леонарда предохранительная аппаратура может действовать на выключение электрической системы (с одновременным действием предохранительного тормоза) путем: 1) разрыва главной цепи, питающей подъемный двигатель; 2) выключения обмотки возбуждения у динамо возбуждения; 3) выключения обмотки возбуждения пусковой динамо и 4) одновременного выключения обмоток возбуждений динамо возбуждения и пусковой динамо.

Первый способ, как наиболее надежный, принят ХЭМЗ для отечественных подъемных машин с электроприводом системы Леонарда.

Концевые выключатели (ограничители хода)

Назначение концевого выключателя — автоматическая остановка подъемной машины в случае переподъема клетки или скипа выше уровня приемной площадки. Концевой выключатель предохраняет клетку или скип от возможности их удара о подшивные бруссы, так как такой случай, может вызвать аварию подъемной установки.

По «Правилам безопасности» концевые выключатели должны подействовать при подъеме клетки или скипа на 0,5 м выше уровня приемной площадки (из § 143 «Пр. без.»).

Различают два типа концевых выключателей: 1) приводимые в действие подъемным сосудом и 2) приводимые в действие от вала подъемной машины.

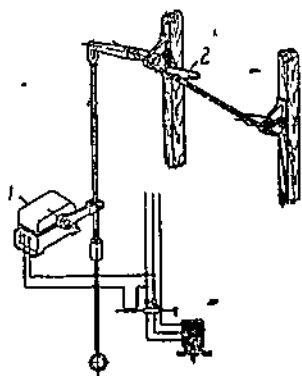
Первый тип концевого выключателя (фиг. 167) представляет рубильник 1, установленный на копре; этот рубильник выключается подъемным сосудом, который в случае переподъема задевает за выступ 2. При выключении рубильника размыкается предохранительная цепь.

Концевой выключатель второго типа располагается обычно на указателе глубины (индикаторе) и приводится в действие от вала подъемной машины. Размыкание предохранительной цепи при переподъеме производится либо подвижной гайкой индикатора, либо кулачками, укрепленными на подвижных дисках индикатора (см. диски 6 на фиг. 161).

Подъемные установки для большей гарантии от переподъема обычно оборудуют обоими типами концевых выключателей.

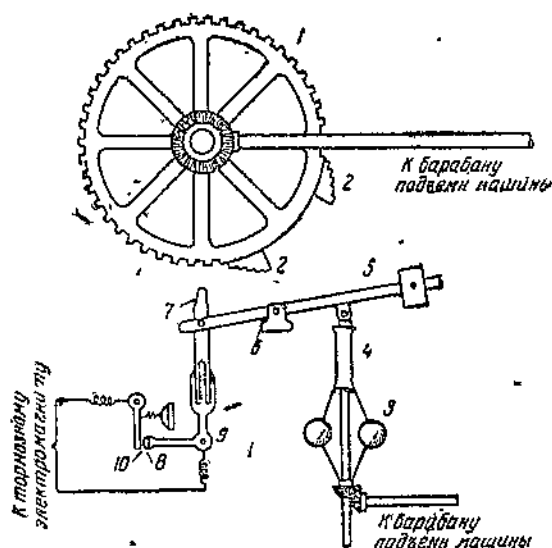
Ограничители скорости

Концевой выключатель, приводя в действие предохранительный тормоз, сможет защитить установку от аварии при переподъеме только в том случае, если подъемный сосуд подошел к

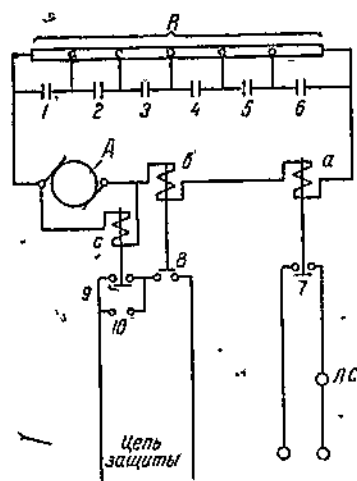


Фиг. 167. Концевой выключатель, устанавливаемый на копре.

приемной площадке с относительно небольшой скоростью. Иначе предохранительный тормоз не успеет остановить подъемный сосуд на запасной высоте копра, предусмотренной на случай переподъема. В связи с этим, по «Правилам безопасности» для клетевых подъемных установок с максимальной скоростью подъема свыше 4 м/сек и для скиповых с максимальной скоростью свыше 6 м/сек подъемная машина должна быть снабжена, помимо конечных выключателей, еще предохранительным приспособлением, не допускающим подхода клетки к верхней площадке или рамы скипа — к подожению его в момент полной разгрузки



Фиг. 168. Ограничитель скорости в сочетании с конечным выключателем.



Фиг. 169. Схема электромагнитного ограничителя скорости ХЭМЗ.

со скоростью свыше 2 м/сек, а также превышения рабочей скорости более, чем на 20% (из § 143 «Пр. без.»).

Таким предохранительным приспособлением служит аппарат, называемый ограничителем скорости.

На фиг. 168 показан ограничитель скорости американской фирмы Джeneral Electric К°, приводимый в действие при помощи центробежного регулятора. Ограничитель скорости имеет диски 1 с зубцами и кулачками 2—2. Эти диски располагаются на указателе глубины и приводятся в движение от вала подъемной машины так, что за один полный подъем диски делают один неполный оборот. Два кулачка 2—2, из которых один соответствует переднему ходу машины, а другой — заднему, расположены на дисках в определенных местах, соответствующих приближению подъемных сосудов к приемным площадкам. От вала подъемной машины приводится в движение центробежный регулятор 3. Под действием центробежного регулятора муфта 4 опускает правый конец рычага 5, вращающегося на оси 6. В слу-

чае увеличения скорости выше установленного предела левый конец рычага 5 приподнимает вилку 7 настолько, что за нее заденет зубец или кулачок диска 1. Диск повернет зубцом коленчатый рычаг 7—8 относительно оси 9 и разомкнет контакт 10 предохранительной цепи, чем вызовет остановку подъемной машины.

Схема электромагнитного ограничителя скорости Харьковского электромеханического завода приведена на фиг. 169. Небольшой генератор *A* постоянного тока с независимым возбуждением, называемый скоростной динамо или таходинамо, приводится во вращение от вала подъемной машины. Напряжение таходинамо *A* изменяется в соответствии с изменением ее числа оборотов и, следовательно, зависит от скорости подъема. В цепь якоря таходинамо включено сопротивление *R*, состоящее из отдельных секций, которые в период пуска включаются и в период останова выключаются при помощи контактов 1, 2... 6 многократного выключателя. Этот многократный выключатель связан через указатель глубины с валом подъемной машины. В период максимальной скорости подъема все контакты выключателя разомкнуты, и сопротивление *R* полностью включено в цепь якоря таходинамо.

Последовательно с сопротивлением *R* включены обмотки электромагнитов максимальных реле *a* и *b*. Если скорость подъемной машины по какой-либо причине превысит допустимую величину по сравнению с заданной тахограммой, то в этом случае напряжение и сила тока таходинамо будут выше допустимых пределов, в связи с чем сработает реле *a* и контактом 7 зажжет сигнальную лампу *ЛС*. Лампа сигнализирует машинисту о необходимости снижения скорости подъема. Если же после сигнала скорости подъема все-таки будет возрастать, то сработает реле *b*, которое контактом 8 разомкнет цепь защиты, что произведет отключение подъемного двигателя с одновременным приведением в действие предохранительного тормоза.

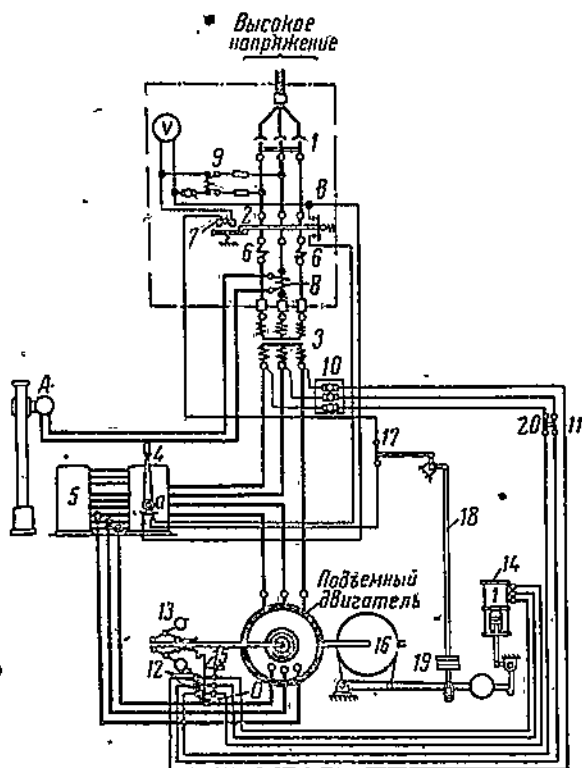
В случае неисправности таходинамо *A* произойдет падение напряжения на ее зажимах; при этом сработает реле напряжения *c*, которое контактом 9 разорвет цепь защиты и произведет остановку подъемной машины. Чтобы цепь защиты не размыкалась во время паузы между подъемами, так как при этом таходинамо будет находиться в покое и контакт 9 будет разомкнут, предусмотрен контакт 10, замыкаемый рукояткой управления при ее среднем (нулевом) положении.

§ 46. СХЕМЫ КОММУТАЦИЙ (СОЕДИНЕНИЙ) ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Подъемная машина с асинхронным двигателем и непосредственным управлением роторным реостатом

Схема коммутации (т. е. соединения) подъемной машины с асинхронным двигателем при непосредственном управлении роторным реостатом приведена на фиг. 170.

Трехфазный ток высокого напряжения через разъединители 1 и автоматический масляный выключатель 2 подводится к главному трансформатору 3, где напряжение понижается до величины, на которую принят подъемный двигатель (380—220 в). Цепь пониженного напряжения от вторичной обмотки трансформатора 3 через аппарат управления (контроллер с переключателем фаз) 4 подведена к статору подъемного двигателя, причем две фазы



Фиг. 170. Схема коммутации подъемной машины с асинхронным двигателем при непосредственном управлении роторным реостатом.

предварительно проходят через статорный переключатель, а третья фаза подведена непосредственно к статору мотора. Контактные кольца ротора подъемного двигателя через контроллер аппарата управления 4 соединены с реостатом 5. Перемещением рукоятки аппарата управления 4 достигается переключение двух фаз статора для изменения направления вращения асинхронного двигателя (реверсирование хода подъемной машины), а также изменение сопротивления реостата 5 в цепи ротора для изменения числа оборотов мотора.

Максимальные электромагниты 6—6 при перегрузке двигателя, а также минимальный (нулевой) электромагнит 7 при значительном падении или отсутствии напряжения в сети приводят в дей-

ствие выключатель 2, который размыкает главную цепь, питающую подъемный двигатель.

Амперметр А питается от вторичной обмотки измерительного трансформатора тока 8. Трансформатор напряжения 9 служит для вольтметра V и для питания катушки минимального электромагнита 7.

От трансформатора 3 со стороны низкого напряжения через плавкие предохранители 10 взято ответвление 11, которое подведено через контакты 12 центробежного выключателя 13 к тормозному электромагниту 14. В случае увеличения числа оборотов вала подъемного двигателя до 115% его синхронного числа оборотов, центробежный выключатель освободит рычажок 15, и контакт 12 под действием пружинки 0 разомкнет цепь тока тормозного электромагнита 14. В результате этого подействует предохранительный тормоз 16. Одновременно разомкнется аварийный выключатель 17, который связан тягой 18 с рычагом 19 тормоза 16. Выключатель 17 разомкнет цепь тока минимального электромагнита 7, который приведет в действие масляный выключатель 2, и последний отключит подъемный двигатель от питающей его сети.

В случае переподъема клетки или скипа контакты 20 концевого выключателя разомкнут цепь тока тормозного электромагнита, в результате чего подействует предохранительный тормоз 16. Во всех случаях включения предохранительного тормоза происходит автоматическое выключение подъемного двигателя.

После устранения причины, вызвавшей действие аварийного тормоза с выключением двигателя, для пуска в ход подъемной машины необходимо:

1) отормозить предохранительный тормоз, в результате чего замкнется выключатель 17;

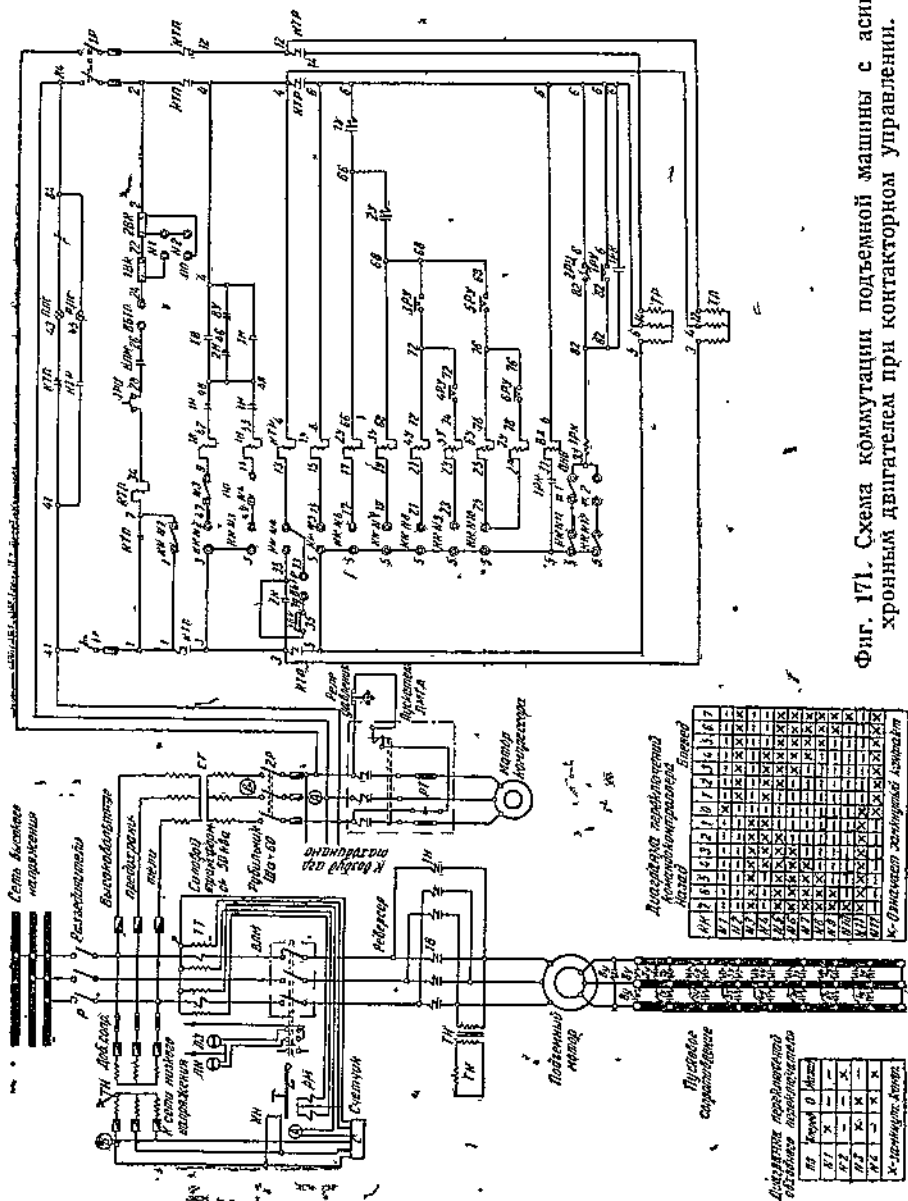
2) поставить рукоятку управления 4 в среднее положение, при котором получится замыкание контактов а; в результате этого замкнется цепь электромагнита 7, что даст возможность включить масляный выключатель 2 и его блок-контакты в;

3) можно производить пуск подъемной машины путем перемещения рукоятки аппарата управления 4; размыкание контактов а при этом не будет нарушать цепь электромагнита 7, так как замкнуты блок-контакты в масляного выключателя 2.

Подъемная машина с асинхронным двигателем и контакторным управлением

Схема коммутации подъемной машины с высоковольтным асинхронным двигателем и с контакторным управлением, разработанная ХЭМЗ и принятая для оборудования советских подъемных машин, приведена на фиг. 171. Эта схема применяется для установок с неопрокидными подъемными сосудами. В схеме принят в цепи управления переменный ток, в связи с чем применены пусковые реле маятникового типа.

В левой части схемы даны следующие обозначения: Р — разъединители; ВЛМ — автоматический главный масляный выключатель; ТН — трансформатор напряжения; В — вольтметр; ТТ — трансфор-



мотор тока; *A* — амперметр; *C* — счетчик; *КН* — нулевая катушка (минимальное реле) масляника *ВЛМ*; *РМ* — максимальное реле масляника *ВЛМ*; *ЛК* — красная сигнальная лампа; *ЛЗ* — зеленая сигнальная лампа; *1 В* — контакт воздушного реверсера для хода «вперед»; *1 Н* — то же для хода «назад»; *ГК* — катушка контактора; *1У, 2У... 8У* — контакты контакторов пускового металлического реостата подъемного двигателя; *СТ* — силовой понижающий трансформатор для питания мотора компрессора и контакторной цепи управления; *2Р* — рубильники.

Обозначения в правой части схемы следующие: *КТП* и *КТР* — блокирующие контакты контакторов электромагнитов предохранительного и рабочего тормозов; *ПЛС* и *РЛС* — сигнальные лампы предохранительного и рабочего тормозов; *1Р* — рубильник цепи управления (контрольного тока); *1РЦ* и *2РЦ* — центробежный выключатель ограничителя скорости; *ВЛМ* — блокирующие контакты масляника *ВЛМ*; *ВБТП* — блокировочный выключатель предохранительного тормоза; *1ВК, 2ВК* и *3ВК* — концевые выключатели; *КК№1, КК№2... КК№12* — контакты командно-контроллера; *ПО* — обходной переключатель концевого выключателя; *1В* — катушка контактора реверсера для хода «вперед»; *1Н* — то же для хода назад; *2К* — контакт контактора *ГК*; *ВБТР* — блокировочный выключатель рабочего тормоза; *1У, 2У... 8У* — катушки контакторов реостата; *3РУ... 7РУ* — пусковое реле маятникового типа; *1РК* — промежуточный контактор; *ТР* и *ТП* — тормозные электромагниты рабочего и предохранительного тормозов.

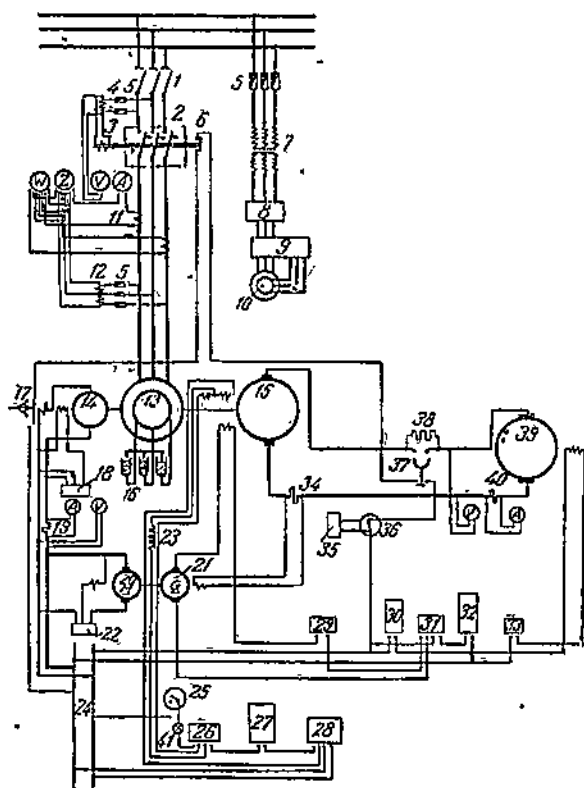
В данной схеме принят электромагнитный ограничитель скорости (таходинамо на схеме не показана).

Подготовка подъемной машины к пуску производится в следующем порядке. Включают главные разъединители *P* и затем рубильник *2Р*, при этом включается мотор компрессора и таходинамо электромагнитного ограничителя скорости. Рубильником *1Р* включают цепь управления. После этого включают главный масляный выключатель *ВЛМ*, при этом замыкаются его блок-контакты в цепи катушки *КТП* предохранительного тормоза. Цепь катушки предохранительного тормоза остается разомкнутой только блокировочным выключателем *ВБТП*. Рукоятку предохранительного тормоза переставляют в положение «отторможено», благодаря чему замыкается контакт *ВБТП*, происходит включение катушки контактора *КТП*, и одновременно загорается сигнальная лампа на указателе глубины. Ток, проходя через обмотку электромагнита *ТП* предохранительного тормоза, переместит трехходовой кран на впуск сжатого воздуха, чем произведет подъем груза и оттормаживание предохранительного тормоза. Рукоятку предохранительного тормоза ставят в среднее положение, при этом контакт *ВБТП* блокировочного выключателя остается замкнутым.

Управление подъемной машиной производят в следующем порядке. Переводят рукоятку рабочего тормоза в положение «отторможено»; этим замыкается блокировочный выключатель *ВБТП*, но машина еще остается заторможенной рабочим тормозом, так как разомкнуты контакты *2К*, и следовательно, обесточена ка-

тушка КТР контактора рабочего тормоза. Контакты 2К будут замкнуты при помощи катушки ГК после включения реверсера.

При перемещении рукоятки в первое положение «вперед» происходит включение контактора 1В, и к статору мотора подводится



Фиг. 172. Схема коммутации подъемной машины с электроприводом системы Леонарда.

7—главные разъединители; 2—масляный выключатель; 3—катушка минимального (нулевого) реле; 4—трансформатор напряжения; 5—плавление предохранители; 6—блок-контакты масляного выключателя; 7—силовой трансформатор; 8—распределительный ящик; 9—автоматический пускатель компрессора; 10—мотор компрессора; 11—трансформатор тока; 12—трансформатор напряжения; 13—умформерный двигатель; 14—динамо возбуждения; 15—пусковая динамо; 16—жидкостный реостат умформерного двигателя; 17—центробежный выключатель; 18—шунтовый реостат; 19—шунт для амперметра; 20—мотор компаундирующего агрегата; 21—генератор компаундирующего агрегата; 22—пусковой реостат; 23—сопротивление в цепи возбуждения пусковой динамо; 24—распределительные шины возбуждения; 25—кнопка сигнального устройства при подъеме людей; 26—переключатель для подъема людей; 27—аварийный выключатель возбуждения пусковой динамо; 28—аппарат управления; 29—выключатель контрольного типа; 30—устройство для ослабления тока возбуждения подъемного мотора во время паузы; 31—вспомогательный контактор тормозного электромагнита; 32—тормозной электромагнит; 33—минимальное реле цепи возбуждения подъемного мотора; 34—шунт; 35—обходной выключатель; 36—концевой выключатель; 37—максимальный автомат; 38—сопротивление, включаемое параллельно максимальному автомату; 39—подъемный мотор; 40—шунт для амперметра; 41—сигнальная лампа (включается при подъеме людей).

напряжение сети, при этом в цепи ротора мотора введено все сопротивление реостата. Катушка ГК получает напряжение, и происходит оттормаживание рабочего тормоза; включается контактор 1У, и происходит замыкание первой ступени реостата.

По мере перемещения рукоятки вперед включаются контакторы 2У, 3У и т. д., производится соответственно замыкание ступеней реостата, благодаря чему машина увеличивает число своих оборотов. В случае быстрого перемещения рукоятки вперед выключение сопротивлений будет происходить благодаря реле времени 1РУ, 2РУ... 7РУ последовательно с необходимой выдержкой времени.

По мере приближения подъемного сосуда к приемной площадке рукоятку управления переводят в среднее положение, чем отключают подъемный мотор и машину затормаживают рабочим тормозом.

Подъемная машина с электрическим приводом системы Леонарда

Схема коммутации подъемной машины с электроприводом системы Леонарда в исполнении фирмы АЕГ приведена на фиг. 172.

В рассматриваемой схеме в качестве двигателя умформерной группы принят асинхронный мотор трехфазного тока 13. Пуск его в ход производится при помощи жидкостного реостата 14. Для управления подъемным мотором постоянного тока 39 служит аппарат управления 28, включенный в цепь обмотки возбуждения пусковой динамо 15. Для ограничения скорости при спуске-подъеме людей установлен пассажирский дереклочатель 26, выключающий часть обмотки возбуждения пусковой динамо. Компаундирующий агрегат 20—21 служит для выдерживания пропорциональной зависимости между током возбуждения пусковой динамо и числом оборотов подъемного мотора, благодаря чему скорость подъема строго определяется положением рукоятки управления.

Следует отметить, что применяются также и схемы коммутаций системы Леонарда с контакторным управлением. Такие схемы были приняты ХЭМЗ для полуавтоматического и кнопочного управления подъемной машиной с электроприводом системы Леонарда.

§ 47. СИГНАЛИЗАЦИЯ ПРИ ШАХТНОМ ПОДЪЕМЕ

Для выполнения рабочих функций подъема, а также для безопасности работы подъемные установки оборудуются сигнализацией.

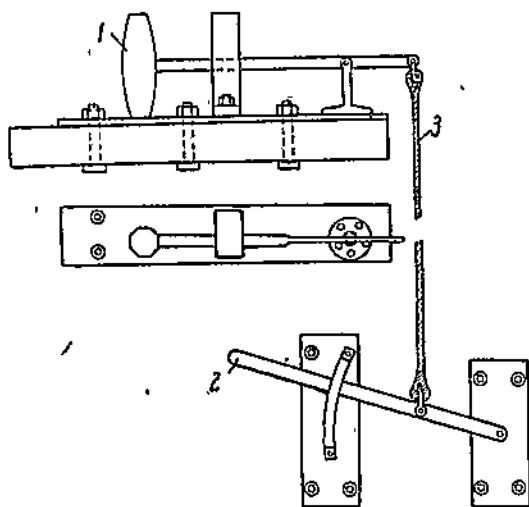
Сигнализация при шахтном подъеме преследует цель связи между:

- 1) стволовым любого рабочего горизонта и рукоятчиком верхней приемной площадки;
- 2) рукоятчиком верхней приемной площадки и машинистом подъемной машины и
- 3) рабочим, находящимся в любом пункте ствола шахты, и рукоятчиком верхней приемной площадки; это бывает необходимо при осмотре и ремонте оборудования ствола шахты, а также при несчастных случаях.

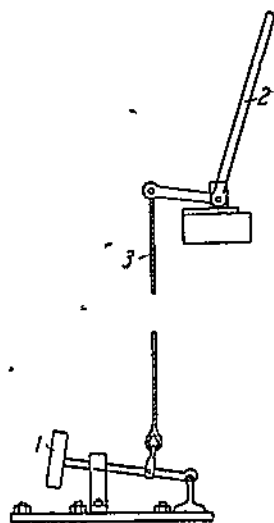
По способу воздействия сигналы бывают: слуховые (звуковые), зрительные (световые) и совместно слуховые и зрительные. Различают сигнализацию механическую (обычно ручную) и электрическую.

Наиболее простым и старым типом звуковой сигнализации является механическая сигнализация, действующая путем ударов молотка о металлическую плитку (фиг. 173 и 174). Молоток 1 соединен с рукояткой 2 металлическим тросом 3 и приводится в движение вручную.

Электрическая звуковая сигнализация передает сигналы одноударным электрическим звонком или гудком. Электрическая сигнализация блокируется так, что: 1) исключает возможность одновременной подачи сигналов с нескольких горизонтов и 2) не



Фиг. 173. Механическая ручная сигнализация из рудничного двора на верхнюю приемную площадку.



Фиг. 174. Механическая ручная сигнализация с верхней приемной площадкой на рудничный двор.

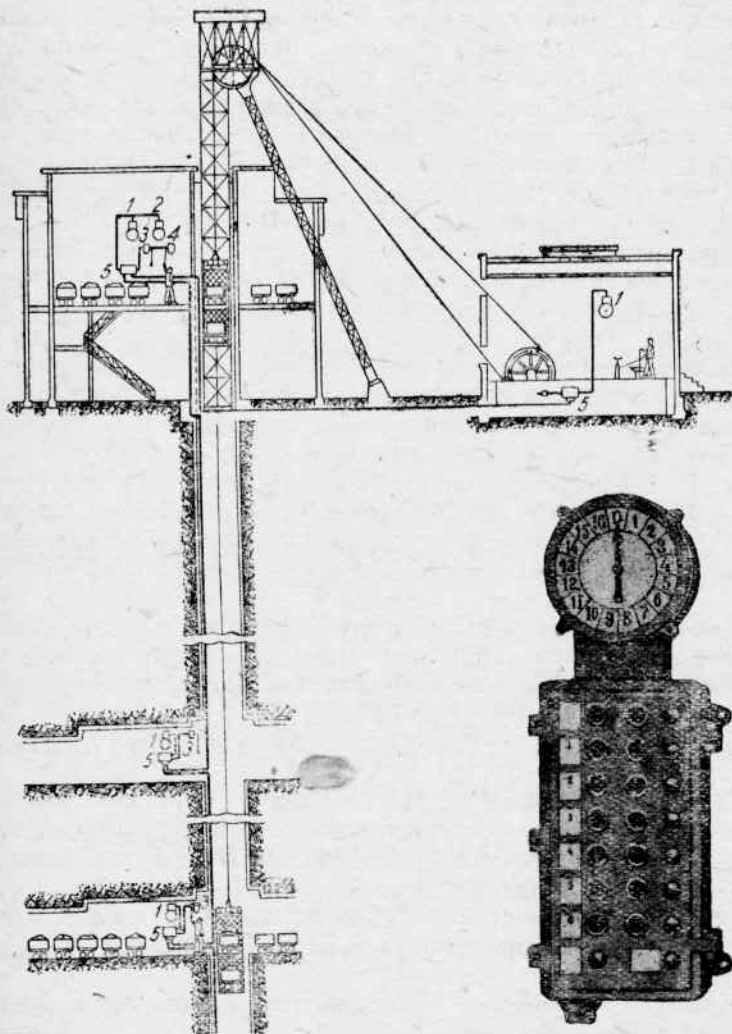
дает возможности рукоятчику верхней приемной площадки при передаче сигнала машинисту изменить число ударов, полученное от стволового. Схема расположения аппаратуры электрической сигнализации приведена на фиг. 175, где 1 и 2 — сигнальные звонки; 3 — натяжной контакт для передачи сигнала от стволового к рукоятчику и обратно; 4 — то же для передачи сигнала от стволового к машинисту; 5 — ящики распределительного и блокирующего устройств.

Зрительная сигнализация в виде стрелочных указателей или зажигающихся лампочек имеет по сравнению с звуковой сигнализацией преимущество, которое заключается в том, что сигнал не заглушается шумом. Однако такой способ сигнализации может не вызвать быстро внимания машиниста, что является ее большим недостатком.

Наиболее надежной и совершенной является сигнализация с передачей звуковых и зрительных сигналов (свето-звуковая сигнализация). При такой сигнализации в машинном здании одновре-

менно с ударами звонка на специальном аппарате (фиг. 176) перемещается контрольный стрелочный указатель количества ударов, а также зажигаются лампочки световой доски.

Кроме сигнализации, рабочие горизонты связаны между собой, верхней приемной площадкой и машинным зданием телефонами.



Фиг. 175. Схема электрической сигнализации при шахтном подъеме.

Фиг. 176. Сигнальный аппарат с контрольным стрелочным указателем и световой доской.

На старых шахтах вместо телефонов устанавливались переговорные трубы. Новые же шахты оборудуются более совершенными телефонами.

Действующие «Правила безопасности» в части сигнализации при подъемных установках ставят следующие требования.

1. Выработки, в которых происходит спуск и подъем людей и грузов, должны иметь сигнальные устройства сверху вниз и обратно. В случае применения электрической сигнализации необходимо иметь еще и механическую (ударную) (из § 91 «Пр. без.»).

2. Воспрещается передача сигналов из рудничного двора непосредственно машинисту подъемного устройства, минуя приемщика на поверхности (рукоятчика). Указанное запрещение не распространяется на сигнальные устройства, имеющие блокировку, препятствующую пуску машины до получения разрешительного сигнала от приемщика на поверхности, а также на грузовые скиповые подъемные установки и установки с опрокидывающимися клетями при подъеме только груза (из § 91 «Пр. без.»).

3. Механическое сигнальное устройство должно быть доступно находящимся в клетях людям (из § 91 «Пр. без.»).

4. При главных подъемных шахтах между площадкой машиниста и устьем шахты, равно как и между устьем и рудничными дворами, должны быть устроены переговорные трубы или телефон (из § 91 «Пр. без.»).

5. Если одновременно происходит посадка или выход людей с нескольких этажей многоэтажной клетки, то на каждой приемной площадке должен находиться особый приемщик, дающий сигнал к подъему или спуску главному приемщику, в шахте — стволowому, а на поверхности — рукоятчику. Получив сигналы из соответствующих этажей и от стволowого, рукоятчик должен дать сигнал машинисту. При углубке шахт сигналы машинисту для подъема должны даваться проходчиками через приемщика (из § 93 «Пр. без.»).

6. Одновременный подъем и спуск рабочих с нескольких горизонтов допускается лишь при условии двойной сигнализации, указывающей, с какого горизонта подан сигнал (например световой и звуковой) (§ 155 «Пр. без.»).

Кроме того, к стволowой сигнализации необходимо предъявлять следующие требования:

1) быстрота действия, чтобы передача сигналов возможно меньше сказывалась на длительности паузы между подъемами;

2) надежность действия, не допускающая простоя подъемной установки из-за неисправности сигнального устройства;

3) безопасность, не допускающая искажения сигналов, а также образования искр, которые могут явиться причиной взрыва в газовых шахтах;

4) простота устройства, допускающая возможность быстрого устранения замеченных дефектов.

Типовыми сигналами основных операций подъема являются:

Количество ударов звонка	Выполняемые операции
1	Стоп
2	Подъем груза
2 редких	Тихо вверх
3	Спуск груза
3 редких	Тихо вниз
4	Подъем или спуск людей
6	Спуск взрывчатого материала
8	Подъем больного

1. Какое назначение имеет реостат при асинхронном подъемном двигателе?
2. Как устроены реостаты: металлический, жидкостный с неподвижными электродами и жидкостный с подвижными электродами?
3. Какое назначение имеют контроллер и статорный переключатель?
4. Что такое контакторное управление и как оно осуществляется при асинхронном подъемном двигателе?
5. Как устроены контакторы?
6. Как устроена аппаратура управления электроприводом системы Леонарда?
7. Какое имеют назначение и как устроены указатели глубины и тахографы?
8. Какими предохранительными устройствами оборудуется подъемная машина и в каких случаях они приводятся в действие?
9. Как воздействуют предохранительные устройства на подъемную машину?
10. Какое имеют назначение и как устроены концевые выключатели и ограничители скорости?
11. Разберите схемы коммутаций подъемных машин с асинхронным двигателем при непосредственном управлении роторным реостатом (фиг. 170) и при контакторном управлении (фиг. 171).
12. Разберите схему коммутации подъемной машины с электроприводом системы Леонарда (фиг. 172).
13. Какие виды сигнализации применяются при шахтных подъемных установках?
14. Какие требования предъявляют «Правила безопасности» к сигнализации подъемных установок?

Глава XI

КЛАССИФИКАЦИЯ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПОДЪЕМА И ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

§ 48. КЛАССИФИКАЦИЯ¹ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Как следует из рассмотрения конструкций рудничных подъемных устройств, все наиболее распространенные типы подъемных установок можно различать по следующим основным признакам:

I. По типу подъемных сосудов

А. Подъем бадьями.

Б. Клетевой подъем:

1) обыкновенными (одноэтажными или многоэтажными) клетями,

2) опрокидными клетями:

а) с поворачивающейся на 135° платформой,

б) с наклоняющейся на 45° платформой.

В. Скиповой подъем:

1) опрокидными скипами,

2) неопрокидными скипами:

а) с нижней боковой разгрузкой без отклонения кузова,

¹ Распределение на группы или классы по основным характерным признакам называется классификацией.

- б) с донной разгрузкой с отклонением кузова.
Г. *Подъем скипо-клетями* (комбинированными сосудами).
Д. *Подъем одним сосудом с противовесом* (обычно одноклетевой с противовесом).

II. По типу органа навивки

- А. *Подъемные машины с постоянным радиусом навивки:*
1) с цилиндрическими барабанами:
а) с одним (общим для обоих подъемных канатов) барабаном,
б) с двумя (отдельными для каждого каната) барабанами;
2) с ведущим шкивом трения (система Келе).
Б. *Подъемные машины с переменным радиусом навивки:*
1) с барабанами (цилиндроконическими, бицилиндроконическими и др.):
а) одним (общим для обоих канатов) барабаном,
б) двумя (отдельными для каждого каната) барабанами;
2) с бобинами (для плоского каната).

III. По способу уравнивания

- А. *Неуравновешенная система подъема.*
Б. *Уравновешенная система:*
1) с нижним подвесным канатом или
2) с органом навивки переменного радиуса.

IV. По типу двигателя

- А. *С электрическим приводом:*
1) асинхронным мотором,
2) электроприводом системы Леонарда,
3) электроприводом системы Ильгнера-Леонарда.
Б. *С паровым двигателем.*

V. По месту расположения подъемной машины:

А. *Подъемные установки с машинами, расположенными на поверхности земли в специальном машинном здании, — обычный тип расположения подъемной машины на поверхности.*

Б. *Подъемные установки с машинами, расположенными под землей в специальной машинной камере (при «слепой» шахте), — подземное расположение подъемной машины.*

§ 49. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПОДЪЕМА И ВЫЯВЛЕНИЕ РЕЗЕРВА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

В связи с увеличением при этом производительности шахты, нередко получается, что подъемная установка не справляется с требуемой производительностью. Подъем делается «узким местом» в общем транспорте полезного ископаемого по шахте и тормозит развитие производственной возможности шахты. Часто, как выясняется, это имеет место при недостаточном или нерациональном

использовании самой подъемной установки. В таких случаях необходимо выявить все резервы подъемной установки, хорошо их использовать и таким образом получить максимально возможную производительность подъема. Этого можно достигнуть только при полном и рациональном использовании всего времени работы подъемной установки, при широком развитии стахановских методов работы обслуживающего персонала и при максимально допустимой загрузке машины и остального оборудования подъемной установки.

Для увеличения производительности подъемной установки необходимо:

1. Организовать работу подъема по точно установленному графику. При составлении графика работы подъема следует учесть все вспомогательные функции, которые должна выполнять данная подъемная установка, а также время, необходимое на ее планово-предупредительный осмотр и ремонт. Время на выполнение вспомогательных функций необходимо выделить так, чтобы они не мешали выполнению основной функции подъема, т. е. выдаче угля.

-Из полного времени работы подъемной установки следует выделить максимально возможное время на выдачу полезного ископаемого. Так например, спуск в шахту мелкого крепежного леса и других материалов можно производить в вагонетках одновременно с подъемом угля и т. д. График работы подъема должен быть тесно увязан с графиком работы подземного и поверхностного транспорта.

2. Полностью использовать подъемные сосуды. Допустимая максимальная загрузка подъемных сосудов должна быть установлена путем соответствующих технических расчетов и проверки подъемной установки в целом. Установленная загрузка сосудов должна точно соблюдаться; следует выяснять причины и всемерно бороться с недогрузкой вагонеток углем при клетевом подъеме и недогрузками, скипов.

3. Свести к минимуму продолжительность паузы между подъемами. В этом отношении должна наблюдаться четкость в работе при загрузке и разгрузке подъемных сосудов; обслуживающий персонал приемных площадок должен иметь достаточные навыки в работе. Загрузочные и разгрузочные устройства на приемных площадках, а также стопорные устройства для вагонеток в клетях должны быть в полной исправности и действовать без задержки; точно так же сигнальные устройства подъема должны быть исправными и действовать быстро.

4. Свести к допустимому минимуму время движения подъемных сосудов. В этом отношении подъемная машина и ее двигатель должны быть полностью использованы. В период ускоренного движения клетей при подъеме груза для более быстрого достижения максимальной скорости двигатель следует использовать с допустимой перегрузкой. Период замедления следует сокращать, работая с допустимым торможением. Выполнение режима максимального использования подъемной машины с асинхронным двигателем в значительной мере зависит от опытно-

сти машиниста подъемной машины и компетентности технического персонала шахты.

Для выявления резерва производительности подъемной установки нужно произвести хронометражные наблюдения за ее работой. Эти наблюдения следует проанализировать и установить время, необходимое на выполнение подъемной установкой каждой операции, а именно: время движения клетей с людьми, паузу на высадку и посадку людей, время на загрузку и спуск оборудования, длинных стоек крепежного леса и т. д. В результате этого можно подсчитать время, необходимое в сутки на выполнение подъемной установкой всех вспомогательных функций. Обозначим это время через $T_{всп}$.

В подсчетах принимаем: число рабочих дней в году — 307 дней, продолжительность рабочей смены 8 час. Полная суточная задолженность подъемной установки при трехсменной работе составляет 24 часа.

Для получения общего времени работы подъема в сутки необходимо из 24 час. вычесть время, затрачиваемое в сутки на сдачу-приемку смены машинистами подъемной машины, а также на осмотр и мелкий ремонт подъемной установки, а именно:

1-я сдача-приемка смены машинистами	15 мин.
2-я сдача-приемка смены машинистами	15 мин.
3-я сдача-приемка смены машинистами и еже- суточный осмотр и мелкий ремонт подъем- ной установки	60 мин.
Всего	90 мин. = 1,5 часа

Следовательно, общее время работы подъема в сутки составит

$$T_{общ} = 24 - 1,5 = 22,5 \text{ часа.}$$

При скиповой подъемной установке все эти 22,5 часа в сутки могут быть почти полностью использованы на работе по выдаче полезного ископаемого (можно принять для расчета 22 часа); при клетевой подъемной установке, выполняющей и вспомогательные функции, для получения времени, отводимого на выдачу горной массы (угля и породы) $T_{сущ}$, необходимо из 22,5 час. вычесть время, затрачиваемое на выполнение вспомогательных функций. Следовательно:

при скиповом подъеме	$T_{сущ} = 22 \text{ час.}$
» клетевом »	$T_{сущ} = 22,5 \text{ T}_{всп}$

По данным хронометражных наблюдений устанавливаем минимально допустимое время движения подъемных сосудов с углем или породой T и продолжительность паузы между подъемами θ . Полное время одного подъема

$$T_1 = T + \theta \text{ сек.}$$

Расчетное число подъемов в час (1 час = 3600 сек.) равно

$$n_{час} = 3600 : T_1.$$

Фактическое число подъемов в час в среднем будет несколько ниже расчетного вследствие неравномерности поступления груза к стволу шахты. Эту неравномерность следует свести к минимуму путем более четкой организации работы в самой шахте и в частности работы подземного транспорта. Для работающих подъемных установок коэффициент неравномерности поступления груза к стволу шахты принимают $c = 1,15$; при наличии же одной подъемной установки для выдачи угля этот коэффициент можно принимать $c = 1,25$. Фактически возможное число подъемов в час

$$n'_{\text{час}} = n_{\text{час}} : c.$$

Обозначим одновременно поднимаемый полезный груз через Q т, тогда производительность подъема в час горной массы (угля и породы)

$$Q_{\text{час}} = Q \cdot n'_{\text{час}} \text{ т/час.}$$

Производительность подъема в сутки

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{час}} \cdot T_{\text{сут}} \text{ т/сутки.}$$

Производительность подъема в год при семидневной рабочей неделе (при 307 рабочих днях в году)

$$Q_{\text{год}} = 307 \cdot Q_{\text{сут}} \text{ т/год.}$$

Для подъемной установки, которая выдает и породу, количество выдаваемой породы можно учесть коэффициентом a по отношению к добыче полезного ископаемого. Возможная производительность подъемной установки в год по выдаче угля составит

$$Q_{\text{год угля}} = Q_{\text{год}} : a \text{ т/год.}$$

Пример 15. Подъемная установка оборудована обыкновенными одноэтажными клетями на стандартную однотонную вагонетку. Полная высота подъема $H = 75$ м, максимальная скорость подъема $V = 2,5$ м/сек. Подъемная установка, помимо выдачи угля, выполняет и вспомогательные функции, а именно: спуск-подъем людей, выдачу породы, спуск оборудования, крепящего леса и других материалов. Породы выдается 10% от полезного ископаемого. Определить возможную годовую производительность подъемной установки и составить график работы подъема.

Решение.

Путем хронометражных наблюдений установлено, что время, необходимое в сутки для выполнения подъемной установкой вспомогательных операций, составляет: на спуск-подъем людей до 20 мин. в смену или в сутки $T_{\text{люд}} = 1$ час/сутки; на спуск длинных крепящих стоек, рельсов, оборудования, а также прочие вспомогательные функции по 40 мин. в смену или в сутки $T_{\text{обор}} = 2$ час/сутки.

Полное время, отводимое в сутках на выполнение вспомогательных функций, равно

$$T_{\text{св}} = T_{\text{люд}} + T_{\text{обор}} = 1 + 2 = 3 \text{ час/сутки.}$$

Время, отводимое в течение суток на выдачу горной массы (угля и породы), составит

$$T_{\text{сут}} = 22,5 - T_{\text{сч}} = 22,5 - 3 = 19,5 \text{ час/сутки}$$

т. е. по 19,5 час. в смену.

По данным хронометражных наблюдений установлено, что минимально допустимое время движения клетей с грузом $T = 35$ сек. и продолжительность паузы для разгрузки и загрузки клетей $\Theta = 10$ сек.

Полное время одного подъема груза

$$T_1 = T + \Theta = 35 + 10 = 45 \text{ сек.}$$

Расчетное число подъемов в час

$$n_{\text{час}} = 3600 : 45 = 80.$$

Фактическое число подъемов в час при коэффициенте неравномерности $c = 1,25$, составит

$$n'_{\text{час}} = n_{\text{час}} : c = 80 : 1,25 = 64.$$

Одновременно поднимаемый нормальный полезный груз $Q = 1 \text{ т.}$

Возможная часовая производительность подъема по выдаче горной массы (угля и породы)

$$Q_{\text{час}} = Q \cdot n'_{\text{час}} = 1 \cdot 64 = 64 \text{ т/час.}$$

Производительность подъема в сутки

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{час}} \cdot T_{\text{сут}} = 64 \cdot 19,5 = 1250 \text{ т/сутки.}$$

Производительность подъема в год

$$Q_{\text{год}} = 307 \cdot Q_{\text{сут}} = 307 \cdot 1250 = 384\,000 \text{ т/год.}$$

Возможная годовая производительность подъемной установки по выдаче угля

$$Q_{\text{год. угля}} = Q_{\text{год}} : a = 384\,000 : 1,1 = 350\,000 \text{ т/год.}$$

Суточный график работы подъемной установки представлен на фиг. 177.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. По каким основным признакам классифицируются рудничные подъемные установки и какие они бывают в зависимости от этих признаков?
2. Как необходимо организовать работу подъемной установки с целью увеличения ее производительности?
3. Что такое график работы подъема и какое оно имеет назначение?
4. Как определить максимально возможную производительность подъемной установки?

Глава XII

МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РУДНИЧНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

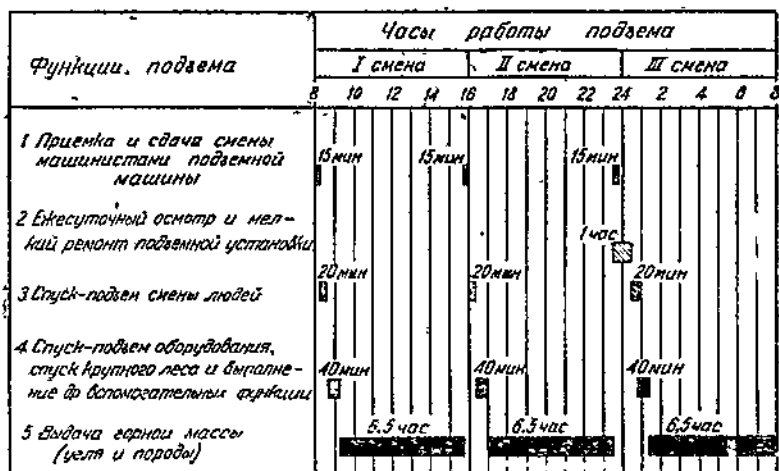
§ 50. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Подъемная установка занимает наиболее ответственное место в оборудовании и эксплуатации шахты, поэтому вопросам правильной, бесперебойной, безаварийной и безопасной работы подъема должно быть уделено самое серьезное внимание.

Подъемной установкой ведает главный механик шахты, который и является ответственным за оборудование и эксплуатацию подъемной установки.

Ответственность за подъем и спуск людей возлагается на начальника внутришахтного транспорта.

По «Правилам безопасности» у всех посадочных пунктов и в машинных помещениях должны быть вывешены объявления с указанием: 1) фамилии ответственного лица, которому поручен над-



Фиг. 177. Суточный график работы подъемной установки.

зор за подъемом и спуском людей; 2) часов, в которые производится подъем и спуск смен людей; 3) применяемых сигналов и 4) числа людей, которое можно одновременно поднимать и спускать в клетки (§ 92 «Пр. без.»).

Главный механик шахты выделяет из числа своих монтеров ответственного за исправное состояние оборудования подъемной установки. Этому монтеру подчиняются дежурные электрослесари, которые проводят под его руководством осмотр и текущий ремонт оборудования подъема.

Наблюдение за исправным состоянием подъемной установки должно вестись самое тщательное. В соответствии с требованиями «Правил безопасности», отделение ствола шахты, в котором происходят подъем и спуск людей, направляющие шкивы и их оси, тормозы, парашюты, клетки, прицепные устройства, канат по всей его длине и прикрепление его к барабану должны ежедневно тщательно осматриваться специально назначенными лицами. Указанные лица должны назначаться главным механиком шахты и лицом, ответственным за спуск и подъем. Результаты ежедневного осмотра должны заноситься в шнуровую книгу. Если при осмотре подъемных устройств окажутся неисправности, то подъем и спуск

людей должны быть немедленно прекращены до полного исправления подъемных устройств, что должно быть занесено в шнуровую книгу главным механиком шахты (§ 82 «Пр. без.»).

Образец книги для записи ежедневных осмотров деталей подъемного сооружения представлен в приложении 2.

По «Правилам безопасности» при каждой подъемной установке должны иметься следующие документы: 1) шнуровые книги установленного образца¹, 2) паспорт подъемника, 3) общий установочный чертеж подъемника, 4) детальная схема тормозного устройства, 5) коммутационная схема, 6) инструкция для машиниста. Схема тормозного устройства, коммутационная схема и инструкция для машиниста должны быть вывешены в машинном помещении в рамках за стеклом (§ 167, «Пр. без.»). Кроме того, при подъемной установке должны находиться: журнал приема и сдачи смен, расписание (график) работы подъема, график (план) осмотра и ремонта оборудования подъема. В машинном зале на видном месте вывешивают таблицу сигналов и правила подачи первой помощи при поражении электрическим током.

О всяком запрещении или ограничении в пользовании подъемной установкой для спуска и подъема людей в посадочных пунктах должны быть вывешены объявления (§ 90 «Пр. без.»).

В стволах шахт, по которым запрещен подъем и спуск людей, пользование подъемными установками разрешается только лицам, занятым по ремонту и осмотру этих стволов (§ 89 «Пр. без.»).

При осмотре подъемных отделений ствола шахты следует обращать внимание на состояние крепления и армировки ствола, на состояние проводников и их укрепления и особенно на места стыков проводников. Нельзя допускать никаких выступающих частей в подъемные отделения ствола шахты.

По «Правилам безопасности» спуск и подъем людей, занятых по ремонту и осмотру ствола, стоя на крыше клетей или скипа, разрешается при скорости не более 0,5 м/сек, причем люди должны привязываться к канату поясами. Воспрещается прикрепление рабочих, находящихся на крыше клетки, к армировке ствола или к крючьям, забитым в крепь. Для предохранения людей, находящихся на крыше клетки, от случайно падающих предметов, над ними должны устанавливаться съёмные зонты (§ 79 «Пр. без.»).

В качестве резервных мероприятий «Правилами безопасности» требуется:

1) вертикальные выработки, служащие выходами на дневную поверхность, должны быть оборудованы лестничными отделениями (§ 53 «Пр. без.»);

2) на случай поломки подъемной машины или застревания в стволе клетей должны быть оборудованы аварийные подъемные установки.

Для шахт, имеющих в одном стволе два подъема, и для шахт глубиной до 100 м, имеющих один подъем и лестничное отделение, расположенное против выходов из клетей, аварийные подъемные установки не обязательны.

¹ Образцы книг приложений в конце учебника.

На шахтах глубиной до 100 м допускаются ручные лебедки, а при большей глубине должны быть установлены механические аварийные подъемные лебедки.

Аварийные подъемные установки должны иметь: канаты соответственно глубине шахт с запасом прочности не менее шестикратного, подъемные сосуды вместимостью не менее 2 чел., направляющие шкивы и сигнальные приспособления (§ 84 «Пр. без.»).

§ 51. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЪЕМНЫХ КАНАТОВ

Приемка канатов

Согласно инструкции¹, подъемные канаты, поступающие на склады шахты, принимаются заведующим складом в присутствии главного механика шахты. Канаты принимаются по акту; сведения о них записываются в специальную книгу учета канатов (см. приложение 1).

Канаты в соответствии с указанной инструкцией должны отвечать следующим требованиям.

1. Канаты весом до 700 кг могут быть свернуты в бухты. Канаты весом более 700 кг должны быть обязательно намотаны на катушки. Борты катушки должны выступать над последним рядом каната не менее 50 мм.

2. Каждый канат должен быть снабжен заводским бюллетенем или копией бюллетеня, заверенной ответственным лицом, и иметь на упаковке ярлык со следующими обозначениями: наименование завода и его адрес, заводской номер каната, диаметр каната, диаметр проволоки, конструкция каната, длина каната, вид проволоки (светлая, оцинкованная), вес каната и дата изготовления.

При приемке канатов необходимо проверить соответствие данных бюллетеня и ярлыка с фактическими данными канатов.

3. Канат должен быть хорошо смазан. При отсутствии смазки или ее недоброкачественности это нужно отметить в акте приемки, а канат немедленно смазать.

4. Органический сердечник каната должен быть хорошо пропитан смазкой.

5. Канаты параллельной (альбертовской) свивки должны иметь сердечник, равномерно просвечивающийся между прядями.

6. Канаты не должны иметь: перескоков и перекруток проволок, местного уменьшения шага свивки, западания прядей вследствие недостаточной толщины сердечника.

Хранение канатов

По «Правилам безопасности» до навески канаты должны промазываться и сохраняться в сухом закрытом помещении с деревянным полом или настилом (§ 117 «Пр. без.»).

¹ «Инструкция по эксплуатации стальных канатов в угольной промышленности» Главугля Донбасса и Кавказа Наркомтопрома (ГОНТИ, 1939).

Катушки с канатами следует ставить на реборды, но не класть их на бок. Рекомендуется ставить катушки на козлы, подведенные под ось, продев их через втулку катушки.

Периодически, через месяц, нужно возобновлять смазку канатов, перекачивая при этом катушки и бухты канатов для проникновения смазки во внутренние ряды упакованных канатов.

Для предохранения канатов от коррозии можно применять любую жидкую смазку, не имеющую кислотности или щелочности.

Резервные подъемные канаты до их навески должны быть испытаны на канатно-испытательной станции.

По «Правилам безопасности», для каждой подъемной установки, служащей для спуска-подъема людей, должен иметься испытанный и годный для навески запасный канат (§ 128 «Пр. без.»).

Запанцыровка каната

Соединение каната с прицепным устройством подъемного сосуда или так называемая запанцыровка каната производится при помощи коуша, огибаемого канатом. Загнутый вверх конец каната прикрепляется выше коуша к самому канату 6—8 стальными хомутами (жимками). Между двумя последними жимками для контроля следует давать напуск каната.

Из существующих типов запанцыровок канатов Инструкцией рекомендуются:

1. Запанцыровка конструкции Макеевского научно-исследовательского института. Эта конструкция имеет в теле коуша свободно вращающийся диск, предохраняющий коуш от раскатывания во время движения клетки в стволе. Скрепление ветвей каната осуществляется шестью парами Г-образных болтов диаметром, равным 0,75 диаметра каната, с чугунными вкладышами между болтами и канатом. Длина вкладыша принимается равной 4 диаметрам каната. Вкладыши по длине имеют полуокружное углубление для каната. Диаметр углубления принимается равным 1,1 диаметра каната.

2. Запанцыровка конструкции Шахтостроя. В ней скрепление ветвей каната осуществляется плоскими жимками. Длина жимков принимается равной 3—4 диаметрам каната. При пропускании каната через коуш рабочая ветвь каната, идущая от коуша к барабану, при рабочем положении коуша имеет в месте входа в коуш меньший изгиб, чем свободный конец каната, выходящий из коуша. Расстояние между осями жимков принимается 175—250 мм при числе жимков 6—8. Расстояние от оси валика, соединяющего коуш с серьгой, до оси верхнего жимка принимается по табл. 14.

В местах зажима вкладышами или жимками канат нужно обматывать паклей, шпагатом или прокладывать пенковый ремень. Обмотку следует хорошо промаслить.

Крепежные болты запанцыровки должны быть хорошо затянуты и ежедневно осматриваться. Периодически через 10 дней их нужно проверять и подтягивать.

Один раз в 3 месяца (при месячном осмотре каната) необхо-

Расстояние от оси валика до оси верхнего зажима

Тип подъемного сосуда и его полезный груз	Расстояние от оси валика коуша до верхнего зажима каната, мм
Обыкновенная клеть на поднимаемый полезный груз 1 т	1250
» » » » » 2 »	1650
» » » » » 4 »	2000
Опрокидная » » » » 1 »	1600
» » » » » 2 »	1950
Скип для угля емкостью 3 т и антрацита 4 т	2150
» » » » 4 » 6 »	2200
» » » » 6 » 6—8 »	2250

димо поочередно снимать жимки и проверять состояние каната под ними. При обнаружении под жимками изломанных проволок жимки переставляют на другое место.

Крепежные болты запанцовки смазывают одновременно с канатом для предохранения их от коррозии.

Уход за канатами

По «Правилам безопасности», после осмотра один раз в 6 дней канаты должны быть смазаны; смазка подъемных канатов в установках системы Кепе не должна производиться (из § 119 «Пр. без.»).

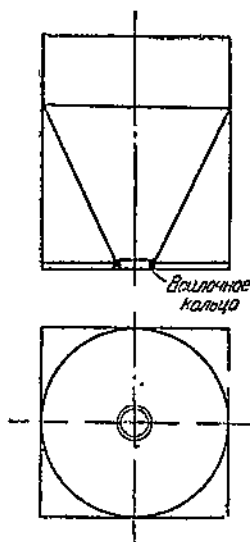
При ежемесячном осмотре канатов старая смазка счищается с каната, и канат покрывается новой смазкой.

Для смазки каната клеть опускают немного ниже уровня верхней приемной площадки. Подъемное отделение у верхней приемной площадки перекрывают толстыми досками с зазором около каната. Клеть медленно опускают (со скоростью около 0,25—0,3 м/сек) и канат смазывают.

В этом случае можно рекомендовать для смазки каната специальный сосуд (фиг. 178), состоящий из двух половинок, которыми охватывают канат. Сосуд скрепляют, ставят на доски и заливают маслом. Клеть медленно опускают. Канат смазывается, проходя через слой масла в сосуде. Оставшуюся несмазанную часть каната от приемной площадки до машины промазывают кистью, находясь в машинном здании.

Для смазки канатов применяют: 1) изготовляемую заводами канатную мазь, состоящую из нефтяной основы с графитом; 2) растительные масла, смешанные с канифолью и графитом; 3) солидол, смешанный с графитом.

Указанные смазки обладают значительной густотой и вяз-



Фиг. 178. Сосуд для смазки подъемных канатов.

костью в холодном состоянии. Их нужно наносить на канат в подогретом виде.

Канатную смазку следует подвергать анализу на отсутствие кислотности и щелочности.

Запрещается применять для смазки канатов отработанные машинные масла и нефтяные остатки. На шахте всегда следует иметь запас канатной мази, обеспечивающий полную смазку всех канатов.

Надзор за канатами

«Правила безопасности» в части надзора за канатами ставят следующие требования:

1. Каждый канат ежесуточно должен подвергаться тщательному осмотру и освидетельствованию при скорости не более 0,5 м/сек¹, при этом определяется общее число оборванных проволок по всей длине каната (из § 119 «Пр. без.»).

2. Один раз в 6 дней² должен производиться детальный осмотр каната, причем должно сосчитываться число обрывов проволок на одном шаге в наиболее поврежденных местах. Если число обрывов проволок на одном шаге свивки каната³ превышает 2% общего числа проволок в канате, то положение этого участка (шага) на канате отмечается в журнале.

Таблица примерного значения шагов свивки канатов

Диаметры канатов, мм	до 28	29—34	35—39	40—45	46—50	51—59	от 58 и выше
Длина контрольного участка, мм	200	250	300	350	400	450	500

3. Каждый канат ежемесячно должен подвергаться дополнительному осмотру при скорости не более 0,5 м/сек. При этом поверхность каната должна быть очищена от корок затвердевшей смазки, и должны быть особенно внимательно осмотрены те места, в которых скорее всего можно ожидать повреждений и в которых находится наибольшее число оборванных проволок. Эти места должны осматриваться при неподвижном канате. Торчащие концы оборванных проволок должны коротко откусываться.

Нижние уравнивающие канаты (кроме канатов подъемников Келе) должны осматриваться ежемесячно. Этот осмотр производится в порядке, указанном в настоящем пункте (из § 120 «Пр. без.»).

4. Нижние уравнивающие канаты установок системы Келе должны подвергаться освидетельствованию в те же сроки и в том же порядке, как и подъемные (из § 120 «Пр. без.»).

¹ Нормально осмотр следует производить при скорости не более 0,3 м/сек.

² В связи с переходом на семидневную рабочую неделю этот осмотр производит теперь один раз в 7 дней.

³ Шагом свивки каната называется длина одного витка пряди, измеряемая по оси каната.

5. В случае экстренного напряжения каната (например зажатие клетки в проводниках, резкая остановка машины торможением и т. п.) спуск и подъем людей должны быть приостановлены для немедленного осмотра каната (из § 122 «Пр. без.»).

Результаты испытаний и осмотра канатов по «Правилам безопасности» должны в тот же день заноситься в шнурованные книги. В эти книги должны также заноситься все без исключения случаи повреждения канатов (§ 123 «Пр. без.»).

Ежедневные осмотры канатов производит дежурный слесарь, причем при осмотрах через каждые 7 дней присутствует главный механик шахты. Результаты осмотра канатов заносятся в специальную книгу № 1 для записи ежедневных осмотров деталей подъемного сооружения (см. приложение 2).

В этой книге отмечаются положения участков каната с числом оборванных проволок на одном шаге свивки каната более $2\frac{0}{10}$ общего числа проволок в канате.

Ежемесячные осмотры каната производятся главным механиком. Результаты осмотра заносятся в книгу № 2 для записи данных ежемесячных осмотров канатов, результатов о навеске, испытании и снятии их (см. приложение 3).

Случаи экстренных напряжений в канате и другие повреждения заносятся в книгу № 3 для записи повреждений, обнаруженных в подъемной установке, и мер, принятых к их устранению (см. приложение 4).

Книги осмотра канатов ведутся отдельно по каждой подъемной установке. В книге ежемесячного осмотра канатов (книга № 2) должны быть вклеены: заводской бюллетень испытания каната, свидетельство об испытании каната на канатно-испытательной станции, акт о навеске каната, все касающиеся каната акты, составленные за время его работы, и акт о снятии каната.

Порядок и сроки испытаний канатов нами были рассмотрены в главе IV.

+ Снятие каната

По «Правилам безопасности» канат должен быть снят и заменен другим в следующих случаях.

1. Если при осмотре каната окажется, что на каком-либо участке, равном шагу его свивки, число оборванных проволок достигнет $5\frac{0}{10}$ полного их числа в подъемном канате и $10\frac{0}{10}$ в нижнем уравнивающем.

Число оборванных проволок на одном шаге свивки канатов типа Компаунд допускается из расчета, что площадь поперечного сечения оборванных проволок не должна превышать $5\frac{0}{10}$ площади поперечного сечения всех проволок каната (§ 121 «Пр. без.»).

2. В случае экстренного напряжения каната, если при осмотре окажется, что канат подвергся повреждению или получил удлинение в $0,5\frac{0}{10}$ или более на длине каната, участвовавшего в экстренном напряжении (из § 122 «Пр. без.»).

3. Если при повторном испытании каната запас прочности окажется ниже семикратного для исключительно людских подъемов, ниже шестикратного для грузо-людских подъемов и ниже пяти-

кратного для исключительно грузовых подъемов. Канаты должны также сниматься, если суммарное число проволок, не выдержавших испытания на разрыв и изгиб, достигнет 25% общего числа проволок каната (§ 114 «Пр. без.»).

4. По истечении предельного срока службы подъемных канатов в установках системы Келе в 2 года и всех нижних уравнивающих канатов — в 4 года (из § 110 «Пр. без.»).

Канат перед снятием должен быть осмотрен лично механиком шахты. После признания негодности каната к дальнейшей работе составляется акт, а в книге № 2 осмотра канатов делаются записи с указанием причин снятия.

Навеска при монтаже, смена и регулирование канатов

При навеске канатов «Правила безопасности» ставят следующие требования:

1. Независимо от испытаний, произведенных на канатно-испытательных станциях, необходимо непосредственно перед навеской подвергнуть канат наружному осмотру, чтобы убедиться, нет ли ослабевших прядей, «жучков», не превышает ли число оборванных проволок установленной нормы и не пострадал ли канат от ржавления. Воспрещается навешивать канат при наличии указанных дефектов (§ 118 «Пр. без.»).

2. Воспрещается навешивать канаты с порванными прядями, сваленные¹, получившие утонение во время работы более 10% от первоначального диаметра каната при навеске, с узлами («жучками») и другими повреждениями как при людских, так и при грузовых подъемах (из § 127 «Пр. без.»).

Требования «Правил безопасности» в части испытаний и запасов прочности подъемных и нижних уравнивающих канатов при навеске нами были рассмотрены в главе IV.

Перед навеской и сменой канатов необходимо предварительно тщательно продумать последовательность операций этой работы в соответствии с типом подъемной установки, подготовить требуемый материал и инструменты, правильно расставить людей по рабочим местам и проинструктировать рабочих о выполнении ими соответствующих функций.

При навеске и смене канатов следует предусмотреть все меры безопасности для людей при производстве работы, а также мероприятия, которые гарантировали бы канат от порчи во время навески и в частности от упуска каната в ствол шахты.

При канатах параллельной (альбертовской) свивки необходимо самое серьезное внимание обращать на то, чтобы не допустить раскручивание каната, поэтому опускать свободно конец такого каната ни в коем случае нельзя.

Канаты при навеске должны быть очищены от старой смазки и покрыты (кроме подъемных канатов в системе Келе) свежей смазкой.

¹ По «Правилам безопасности» сваленные канаты допускаются только для откатки грузов по горизонтальным и наклонным выработкам с углом падения до 30° (из § 127 «Пр. без.»).

ное здание, а к другому прикрепляют конец подъемного каната. При помощи этого троса конец каната протаскивают через направляющий шкив в машинное здание.

4. Канат закрепляют на холостом барабане. Вращают двигателем барабаны и перематывают канат с катушки на холостой барабан до появления на катушке второго конца каната.

5. Второй конец каната соединяют с прицепным устройством клетки; подъемной машиной приподнимают на канате клеть над брусьями, брусья убирают и клеть медленно опускают на горизонт рудничного двора.

6. Подъемное отделение на уровне устья шахты снова перекрывают брусьями, канат в точке 3 берут в деревянные зажимы, которые должны опираться на брусья, т. е. закрепляют таким образом отвес каната у устья шахты (это является предохранительным мероприятием).

7. Застопоривают холостой барабан и отсоединяют его от вала.

8. Указанным уже способом заводят с катушки 1 второй канат через направляющий шкив 5 в машинное здание и присоединяют его к заклиненному барабану. Перематывают канат с катушки на барабан. Другой конец каната соединяют со второй клетью. Клеть поднимают на канате машиной несколько выше уровня верхней приемной площадки (на возможное удлинение каната при вытягивании).

9. Соединяют холостой барабан с валом, снимают укрепление 3 каната и брусья на горизонте устья шахты и выключают стопорное устройство холостого барабана.

б) Смена подъемных канатов (замена старых канатов новыми)

Смена подъемного каната, навиваемого на заклиненный барабан, производится в следующем порядке (см. фиг. 179).

1. Клеть заклиненного барабана останавливают у верхней приемной площадки; подъемный канат второй клетки закрепляют на уровне устья шахты (точка 3). Фабричную катушку с новым канатом 1 ставят на козлах около устья шахты.

2. Застопоривают холостой барабан и отсоединяют его от вала. Клеть заклиненного барабана опускают на уровень устья шахты, где ставят ее на брусья.

3. Старый канат отсоединяют от клетки и скрепляют жимками с концом нового каната. Навивают старый канат на барабан и заводят таким образом конец нового каната в машинное здание.

4. Новый канат укрепляют в машинном здании и отсоединяют его от старого каната. Сматывают старый канат с заклиненного барабана на пустую катушку 2.

5. Конец нового каната присоединяют к заклиненному барабану. Навивают канат на барабан и присоединяют второй его конец к клетке.

6. Клеть заклиненного барабана приподнимают немного выше уровня верхней приемной площадки. Холостой барабан соеди-

няют с валом, снимают закрепление 3 каната и брусья на горизонте устья шахты и выключают стопорное устройство холостого барабана.

Смена подъемного каната, навиваемого на холостой барабан, производится в следующем порядке (см. фиг. 179).

1. Клеть заклиненного барабана останавливают у верхней приемной площадки (в это время вторая клеть остановится на горизонте рудничного двора). Закрепляют канат холостого барабана на уровне устья шахты (точка 3). Застопоривают холостой барабан, отсоединяют его от вала и опускают клеть заклиненного барабана на горизонт устья шахты.

2. Соединяют холостой барабан с валом, снимают закрепление 3 его каната на горизонте устья шахты и освобождают стопорное устройство. Делают перегон клеток: клеть холостого барабана остановится на горизонте устья шахты, а заклиненный — на горизонте рудничного двора.

3. Устанавливают клеть холостого барабана на брусья и закрепляют канат заклиненного барабана на уровне устья шахты. Снимают канат с заклиненного барабана (запасные витки и витки трения) и закрепляют его конец в машинном здании.

4. Отсоединяют конец старого каната холостого барабана от клетки, соединяют его жимками с концом нового каната, взятого с фабричной катушки 1. При помощи навивки на холостой барабан старого каната заводят в машинное здание конец нового каната (в это время будет вращаться и пустой заклиненный барабан).

5. Укрепляют новый канат в машинном здании и отсоединяют его конец от старого каната. Перематывают старый канат с холостого барабана на пустую катушку 2. Конец нового каната закрепляют на холостом барабане, освобождают укрепление каната в машинном здании и навивают канат на барабан.

6. Второй конец нового каната берут с катушки и прикрепляют к клетке. Клеть на новом канате поднимают до верхней приемной площадки.

7. Застопоривают холостой барабан и отсоединяют его от вала. Конец каната заклиненного барабана прикрепляют к барабану и навивают витки трения и запасные витки каната. Соединяют холостой барабан с валом, снимают закрепление каната и брусья на горизонте устья шахты и выключают стопорное устройство холостого барабана.

в) Регулирование длины подъемных канатов

Регулирование длины подъемных канатов при машинах с двумя барабанами, а также перестановка клеток при одновременном обслуживании нескольких рабочих горизонтов были рассмотрены в описании двойных цилиндрических барабанов.

г) Навеска нижнего уравнивающего каната

Порядок подвески нижнего уравнивающего каната в первый раз (при монтаже) следующий (фиг. 180).

1. Фабричную катушку *a* с канатом опускают в клетки на уровень рудничного двора и устанавливают ее там на козлах.

2. Конец подвесного каната с катушки опускают в зумпф, проводят под направляющими брусками или под шкивом натяжного устройства и укрепляют к низу клетки *1*.

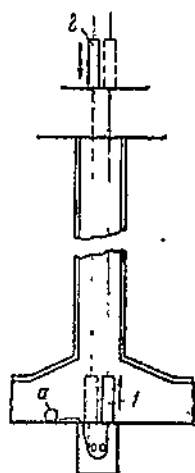
3. Клеть *1* вместе с подвешенным канатом медленно поднимают к верхней приемной площадке.

4. После подхода клетки *2* к рудничному двору к ней присоединяют другой конец подвесного каната.

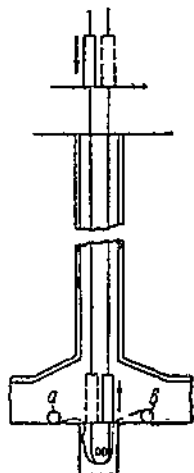
д) Смена нижнего уравнивающего каната

Замена старого подвесного каната новым проводится в следующем порядке (фиг. 181).

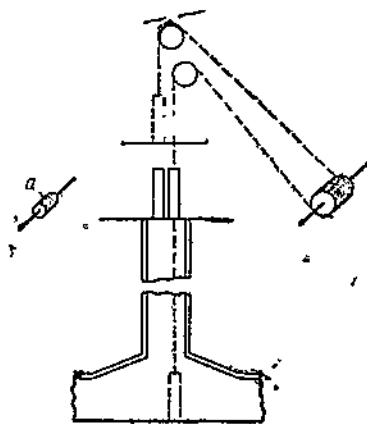
1. Опускают в клетки на рудничный двор катушку *a* с новым канатом и порожнюю катушку *в*. Эти катушки устанавливают в



Фиг. 180. Навеска нижнего уравнивающего каната.



Фиг. 181. Смена нижнего уравнивающего каната.



Фиг. 182. Навеска и смена канатов при машине с одним барабаном.

рудничном дворе обычно с противоположных сторон ствола шахты.

2. Отсоединяют старый подвесной канат от нижней клетки и конец его подводят к порожней катушке. Взамен старого каната к низу клетки присоединяют конец нового подвесного каната.

3. Клеть медленно перегоняют; новый подвесной канат будет сматываться со своей катушки *a*, а старый канат в это время наматывают на порожнюю катушку *в* (или протаскивают электровозом по выработке).

4. При подходе к рудничному двору другой клетки от нее отсоединяют второй конец старого подвесного каната и присоединяют взамен второй конец нового подвесного каната.

а) Навеска подъемных канатов (фиг. 182)

1. Клеть устанавливают на уровне устья шахты. Фабричные катушки с канатами 1 ставят около устья шахты.

2. Конец одного каната с катушки при помощи троса протаскивают через направляющий шкив в машинное здание и прикрепляют на одной стороне барабана.

3. Канат перематывают с катушки на барабан и второй свободный конец каната прикрепляют к клеті. Эту клеть на канате опускают на уровень рудничного двора. Канат закрепляют около устья шахты и его витки снимают с барабана.

4. Конец второго каната с катушки протаскивают через другой направляющий шкив в машинное здание и закрепляют на второй стороне барабана. Канат перематывают с катушки на барабан и свободный конец каната присоединяют ко второй клеті. Эту клеть поднимают на уровень верхней приемной площадки.

5. Первый канат (снятые витки) снова навивают на барабан и закрепляют на барабане.

б) Смена подъемного каната (фиг. 182)

1. Клеть сменяемого каната устанавливают у верхней приемной площадки. Канат нижней клетки закрепляют возле устья шахты и в машинном здании и снимают с барабана.

2. Верхнюю клеть опускают на уровень устья шахты, где ее устанавливают на брусья.

3. Старый канат отсоединяют от клетки. Конец нового каната с катушки присоединяют к концу старого каната. Новый канат при помощи старого заводят через направляющий шкив в машинное здание. Новый канат закрепляют в машинном здании и отсоединяют от старого. Старый канат перематывают с барабана на пустую катушку.

4. Новый канат прикрепляют к барабану и наматывают на барабан; второй конец его присоединяют к клеті. Эту клеть поднимают на новом канате до уровня верхней приемной площадки.

5. Навивают на барабан снятые витки каната нижней клетки и закрепляют конец этого каната на барабане.

в) Регулирование длины подъемного каната

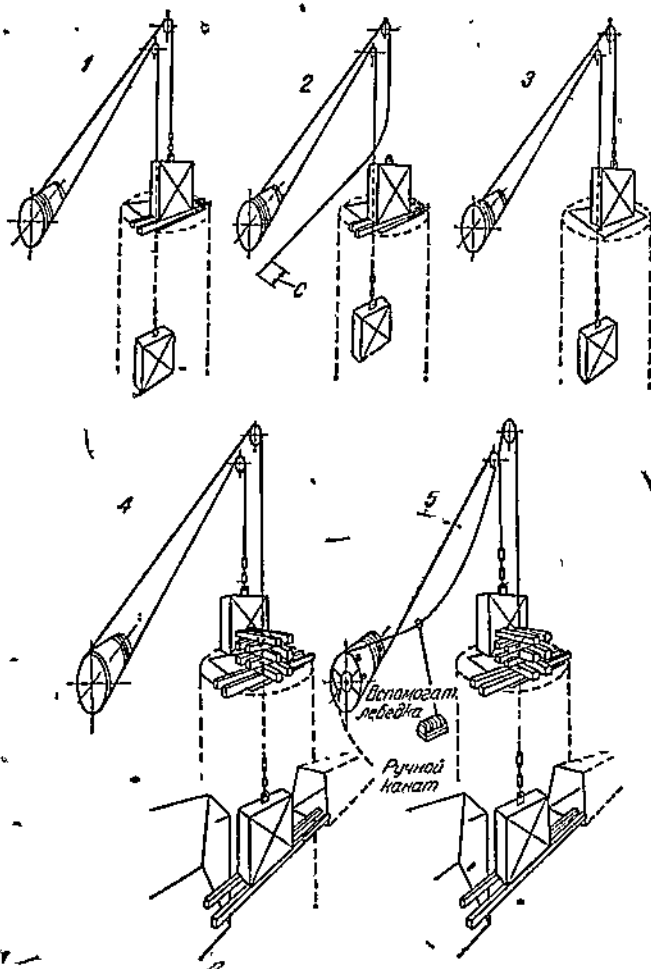
В подъемной установке с одинарным барабаном без внутренних боббинок регулирование длины подъемного каната при отрубании куска каната для испытаний производится в следующем порядке (фиг. 183).

1. Клеть, кусок каната которой должны отрубить для испытаний, устанавливают на брусьях на уровне устья шахты (положение 1).

2. Подъемный канат отсоединяют от верхней клетки. Освобожденный конец каната при медленном вращении машины выводят наружу, где от него отрубают необходимой длины кусок с для испытаний (положение 2).

3. Конец каната снова прикрепляют к клетке. Клеть приподнимают над устьем шахты и брусья убирают (положение 3).

4. Клеть опускают до уровня рудничного двора, где ее устанавливают на брусья. Канат этой клетки закрепляют на уровне устья шахты (положение 4).



Фиг. 183. Регулирование длины подъемного каната при машине с одним барабаном.

5. Канат нижней клетки отсоединяют от барабана и снимают с барабана резервные витки и витки трения каната. Барабан поворачивают так, чтобы вторая клетка находилась на уровне верхней приемной площадки. Накладывают на барабан снятые витки каната и закрепляют конец каната на барабане. При навивке на барабан указанных витков подъемного каната пользуются для натягивания каната вспомогательной лебедкой, а также прикрепляемым к его концу ручным пеньковым канатом. После закрепления

Конца каната на барабане освобождают зажимы и брусья на уровне устья шахты (положение 5).

Если барабан имеет внутренние бобинки для запасной длины каната, то в пятой операции не требуется перекрепления конца каната благодаря возможному повороту бобинки.

При регулировании длины подъемного каната вследствие его вытягивания необходимость в четвертой и пятой операциях отпадает.

г) Навеска и смена нижнего уравновешивающего каната

Навеска и смена подвесного каната при подъемной машине с одинарным барабаном проводится в порядке, описанном для машин с двумя барабанами.

Подъемные машины с бобинами

Навеска, смена и регулирование подъемных канатов при машинах с бобинами производится в основном так же, как и при машинах с двумя барабанами.

Подъемные машины с узким шкивом Кепе

Для навески и смены канатов при подъемных машинах с узким шкивом Кепе необходимо иметь отдельно специальную довольно сильную лебедку с механическим приводом.

а) Навеска нижнего уравновешивающего каната (фиг. 184)

1. Конец каната с фабричной катушки 1 прикрепляют к барабану вспомогательной лебедки 2. Канат перематывают с катушки на барабан лебедки. К освободившемуся концу каната подвешивают груз и при помощи вспомогательной лебедки 2 опускают канат (через шкив 3) вместе с грузом в ствол шахты. Груз следует помещать в раму, которая может перемещаться по проводникам.

2. Спущенный в зумпф шахты конец каната пропускают под направляющими брусьями 4, вытаскивают на горизонт рудничного двора и закрепляют в точке 5.

3. Вверху канат закрепляют около устья шахты в точке 6, после чего конец каната снимают с барабана вспомогательной лебедки.

б) Навеска подъемного каната (фиг. 184)

1. Конец подъемного каната с фабричной катушки 1 прикрепляют к барабану вспомогательной лебедки 2 и перематывают канат с катушки на барабан лебедки. Клеть устанавливают: одну немного выше верхней приемной площадки, а другую — на уровне устья шахты.

2. Второй конец каната с катушки протаскивают при помощи троса через нижний направляющий шкив 7, шкив Кепе 8 и верхний направляющий шкив 9 и прикрепляют к клетке, установленной на горизонте устья шахты. Клеть на канате при помощи вспомо-

гательной лебедки опускают на горизонт рудничного двора, где ее устанавливают на брусках.

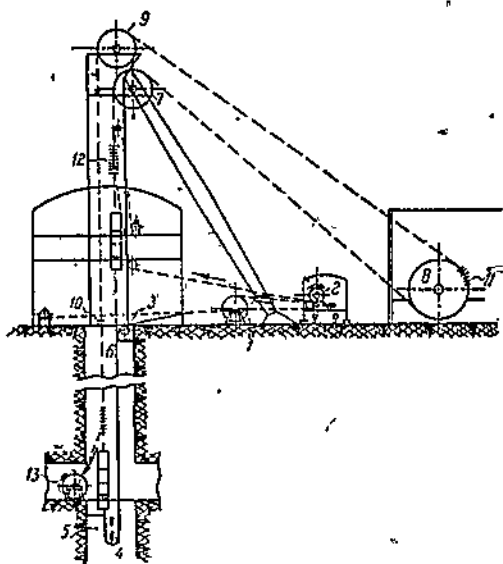
3. Канат закрепляют на горизонте устья шахты (в точке 10) и на копровых площадках. Снимают конец каната с лебедки и прикрепляют к клетям, установленной на верхней приемной площадке.

4. Присоединяют к клетям нижний уравнивающий канат.

в) Смена подъемного каната (фиг. 184)

1. Одну клеть устанавливают на брусках на горизонте рудничного двора, а другую — на верхней приемной площадке. Новый канат с катушки 1 перематывают на барабан вспомогательной лебедки 2.

2. Старый канат закрепляют на шкиве Кепе (в точке 11) и на устье шахты (в точке 10), после чего отсоединяют его от подъемных сосудов.



Фиг. 184. Навеска и смена канатов при подъемной машине с узким шкивом Кепе.

3. Верхний конец старого подъемного каната соединяют (точка 12) с концом нового каната, снимают крепления старого каната в местах 10 и 11 и опускают его на новом канате в ствол шахты. В это время в рудничном дворе наматывают старый подъемный канат на пустую катушку 13 или прожаскивают его по рудничному двору электровозом.

4. При подходе нового каната к нижней клетке отсоединяют старый канат от нового. Конец нового подъемного каната присоединяют к нижней клетке.

5. Новый канат закрепляют в точках 10 и 11, после чего снимают его конец с вспомогательной лебедки и прикрепляют к верхней клетке.

г) Смена нижнего уравнивающего каната

Замена старого подвесного каната новым ведется так же, как и при подъемных машинах с двумя барабанами (см. описание к фиг. 181).

д) Регулирование длины подъемного каната

Регулирование длины подъемного каната при его вытягивании производят укорачиванием прицепного устройства подъемного сосуда. С этой целью в прицепном устройстве предусматривают винтовые стяжки («юстирные» болты) или укороченные (или съемные) отдельные звенья цепей.

Подъемные машины с широким шкивом Кепе

В установках системы Кепе с широким ведущим шкивом вспомогательная лебедка для навески и смены канатов не требуется. При навеске и смене канат навивают в несколько рядов непосредственно на самый шкив Кепе, причем между рядами каната прокладывают тонкие доски для предохранения его от порчи (см. разрез шкива на фиг. 186).

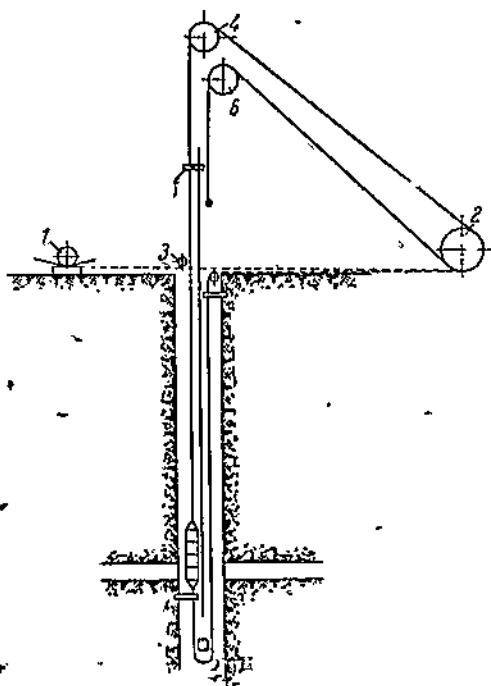
а) Навеска нижнего уравнивающего каната (фиг. 185)

Конец каната с катушки 1 пропускают по низу шкива Кепе 2, закрепляют на нем и медленно навивают на уширенный обод шкива Кепе. Дальнейшие операции навески производятся в том же порядке, как и при машине с узким шкивом Кепе.

б) Навеска подъемного каната (фиг. 185)

1. Клетки устанавливают на брусках: одну на уровне устья шахты, а другую — несколько выше уровня верхней приемной площадки. Фабричную катушку 1 с подъемным канатом ставят около устья шахты.

2. Конец каната с катушки тросом протаскивают через шкив 3 и верхний направляющий шкив 4 к шкиву Кепе 2, где его прикрепляют жимками. Канат наматывают на шкив Кепе, Освобо-



Фиг. 185. Навеска канатов при подъемной машине с широким шкивом Кепе.

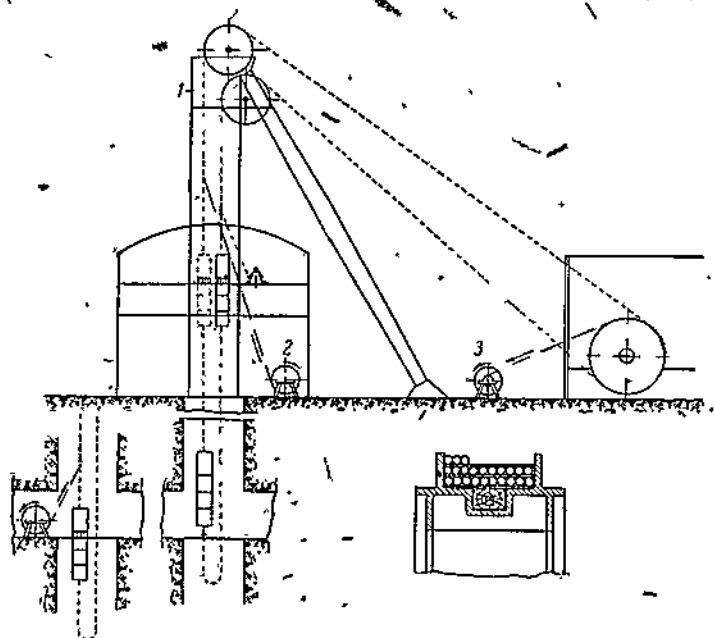
женный на катушке конец каната прикрепляют к клеті, установленной на устье шахты. Клеть медленно опускают на горизонт рудничного двора.

3. Отвес каната закрепляют на копре в точке 5. Второй конец каната осторожно свивают со шкива Кепе, протаскивают тросом через направляющий шкив 6 и прикрепляют к клеті, установленной на верхней приемной площадке. После этого к низу клетей прикрепляют подвесной канат.

в) Смена подъемного каната (фиг. 186)

1. Клеті ставят на брусках на уровнях приемных площадок. Отвес подъемного каната надежно закрепляют на копре (точка 1). Катушку 2 с новым канатом ставят около устья шахты.

2. Конец старого подъемного каната отсоединяют от верхней клеті, спускают на тросе с направляющего шкива, прикрепляют



Фиг. 186. Схема подъемного каната при машине с широким шкивом Кепе.

к шкиву Кепе и навивают на обод шкива до натяжения струны каната.

3. Второй конец старого подъемного каната отсоединяют от нижней клеті и прикрепляют к рамке, которая может перемещаться по проводникам ствола шахты. Снимают закрепление 1 на копре и старый канат навивают целиком на шкив Кепе. После этого старый канат перематывают со шкива Кепе на пустую катушку 3.

4. Навеска нового подъемного каната протекает в том же порядке, как и при первичной навеске подъемного каната. Новый канат опускают с направляющей рамкой к нижней клеті.

г) Смена нижнего уравнивающего каната и регулирование длины подъемного каната

Смена нижнего уравнивающего каната и регулирование длины подъемного каната при машинах с широким шкивом Кепе ничем не отличается от таких же операций при машинах с узким шкивом Кепе.

§ 52. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ

1. Общие требования

Клети ежедневно должны осматриваться дежурным слесарем и монтером. Все замеченные дефекты следует немедленно устранить и только после этого можно допускать спуск-подъем людей. Ежедневному осмотру должны подвергаться и остальные типы подъемных сосудов.

При осмотре всех подъемных сосудов особо серьезное внимание следует обращать на прицепное устройство, а в клетях, кроме того, — на парашюты и стопорное устройство для вагонеток.

Порядок надзора за прицепным устройством подъемных сосудов и за парашютами нами ниже будет рассмотрен отдельно. В части же стопорного устройства в клетях для вагонеток необходимо иметь в виду, что неисправность этого устройства может повлечь выскакивание вагонетки из клетки во время движения последней, что вызовет аварию подъемной установки. Поэтому при надзоре за клетями исправному состоянию стопорного устройства необходимо уделять достаточное внимание.

На шахте нужно иметь для каждой подъемной установки не менее одного резервного вполне исправного подъемного сосуда с прицепным устройством.

Надзор за прицепными устройствами и предъявляемые к ним требования

Прицепное устройство подъемного сосуда является наиболее ответственной его частью.

Правила безопасности предъявляют к прицепным устройствам следующие требования.

1. Вновь изготовленные цепи должны быть испытаны на разрыв. Для испытания берутся из разных мест два отрезка цепи по пяти звеньев (§ 130 «Пр. без.»).

2. Для подъема и спуска людей поперечное сечение основного стержня звеньев основных и предохранительных цепей должно быть рассчитано на тринадцатикратную прочность по отношению к максимальной статической нагрузке прицепного устройства, а при исключительно грузовых подъемах на десятикратную прочность. При расчете предохранительных цепей должно приниматься, что вес клетки и ее полной нагрузки распределяется поровну на все предохранительные цепи с учетом наклона цепей (из § 131 «Пр. без.»).

3. Стержни и цепи должны не реже чем через каждые 5 лет заменяться новыми, которые должны иметься в запасе (из § 131 «Пр. без.»).

Места соединений цепей и стержня с клетью и коушом должны тщательно осматриваться.

Осмотр, ремонт и испытание парашютов¹

Общие положения

Парашюты клетей подъемных установок должны подвергаться:

- 1) ежедневному осмотру в отношении их исправности и
- 2) периодическому осмотру, проверке и испытанию как парашютного устройства в целом на надежность действия, так и пружин на их упругость.

Ежедневный осмотр и смазка парашютов поручаются слесарю, обслуживающему подъемную установку, подчиненному главному механику или его помощнику. Периодический осмотр, проверка и испытание парашютов и пружин производятся лично главным механиком шахты или его помощником.

К каждому рабочему комплекту парашютного устройства необходимо иметь следующие запасные детали:

- 1) проверенный и испытанный комплект парашютных пружин; последние должны периодически (через 6 месяцев) испытываться;
- 2) комплект ловителей;
- 3) 5 комплектов мелких частей (валики, шпонки, шплинты, шайбы и гайки).

На каждую подъемную установку, предназначенную для спуска и подъема людей, необходимо иметь следующие материалы по парашютам:

- 1) рабочий чертеж парашютов (общий вид);
- 2) рабочие чертежи пружин и ловителей;
- 3) кинематическую схему парашютов² в рабочем и нерабочем положении, с указанием основных размеров всех элементов передаточного механизма;
- 4) подробное описание: принципа действия парашютов, назначения основных деталей (пружина, ловители, передаточные рычаги) и допускаемой величины износа отдельных деталей парашютов и проводников, влияющих на нормальную работу парашютов.

Длина пружины должна быть указана на чертеже в свободном состоянии до установки ее на клеть, в сжатом состоянии на клетях и в разжатом в момент захвата ловителей.

По «Правилам безопасности» рабочий ход пружины должен быть таким, чтобы было обеспечено надежное охватывание парашютов (из § 70 «Пр. без.»).

¹ При составлении раздела по парашютам использована «Инструкция по осмотру, ремонту и испытанию шахтных парашютов на деревянных и рельсовых проводниках» изд. ГГТИ НКТП (ГОНТИ, 1939).

² Кинематическая схема парашютов показывает перемещение всех частей парашютов при переходе их из нерабочего положения в рабочее.

Эффективная сила приводной пружины на центровом стержне, соединяющемся с прицепным устройством каната, в сжатом состоянии должна быть равной 0,7 веса порожней клетки. Эффективная сила пружины в разжатом состоянии, при захвате ловителей, должна быть не менее $\frac{1}{3}$ силы пружины в сжатом состоянии.

Всякие, даже незначительные, отступления в конструкции парашютов от рабочего чертежа должны быть согласованы с горно-технической инспекцией.

Лица (слесари), связанные непосредственно с осмотром, опробованием, ремонтом и испытанием парашютов, обязаны прослужать техминимум и сдать гостехэкзамен.

Осмотр, смазка и проверка

Приступая к работе по осмотру парашютов, слесарь должен:

1) иметь при себе необходимый инструмент, комплект мелких запасных частей (валики, шпонки, шплинты, шайбы, гайки) и предохранительный пояс;

2) поставить в известность машиниста подъема о начале осмотра для установки клетки на кулаки приемной площадки (там, где таковые имеются) и машины на предохранительный тормоз;

3) прикрепить предохранительный пояс к головному канату.

При ежедневном осмотре парашютов слесарь производит:

1) осмотр наличия крепежных деталей (гаек, шплинтов, шпонок, шайб);

2) проверку, путем обстукивания молотком, исправности всего парашютного механизма (рычагов, ловителей, крепежных деталей, пружин, подшипников и валиков);

3) проверку плотности всех соединений, обращая особое внимание на крепление ловителей шпонками, состояние насечки на ловителях и т. д.

4) замену в случае необходимости (утрача, износ, поломка) валиков, шпонок, шплинтов, шайб и гаек;

5) смазку всех подвижных соединений парашютного механизма (в качестве смазочного материала применяют густую мазь, устойчивую против смывания водой);

6) запись результатов осмотра в специальной шнуровой книге; эти ежедневные записи должны быть заверены подписями лица, осматривающего парашюта, и механика шахты.

При обнаружении отсутствия какой-либо из деталей, неисправности механизма или поломки парашюта лицо, производящее осмотр, обязано немедленно сообщить об этом главному механику шахты; подъем и спуск людей до исправления обнаруженных дефектов не должны производиться.

Ежемесячно главным механиком шахты или его помощником производится тщательный осмотр парашютов и проверка их действия, с проверкой основных размеров изнашиваемых деталей (пружин, зубьев ловителей и шарнирных соединений) парашютов в соответствии с рабочими чертежами и схемами. Для этой цели:

1. Устанавливают клеть на кулаки, а в случае отсутствия таковых — на специальные брусья, уложенные через ствол шахты.

2. Производят замер длины приводной пружины и величин зазоров между проводниками и ловителями при подвешенной на канате клетке. Длина пружины при этом должна соответствовать длине пружины, указанной в чертеже при сжатом состоянии. Зазоры между ловителями и проводниками должны соответствовать размерам, указанным в чертеже при холостом положении парашютов. При несоответствии указанных размеров путём регулирования или же замены деталей добиваются указанных в чертежах размеров. Допускаемые отклонения зазоров от чертежа между ловителем и проводником следующие: при деревянных проводниках ± 5 мм и при металлических проводниках ± 3 мм.

3. Ставят клеть на кулаки или брусья, напускают канат до полного разжатия пружины и производят замер ее длины.

При таком положении клетки все ловители под действием остаточного натяжения пружины должны быть прочно прижаты к проводникам (причем прижатие должно происходить одновременно), а длина пружины должна соответствовать размерам, указанным в чертеже в момент захвата ловителями проводников.

Проверку длины пружины и прижатие ловителей к проводникам производят не менее трех раз для каждой клетки путем медленного подъема и посадки клетки на кулаки или брусья.

4. Записывают результаты осмотра и проверки в специальную шнуровую книгу; запись заверяют подписью главного механика и главного инженера шахты.

Плановый ремонт парашютов и испытание приводной пружины

Через каждые шесть месяцев парашюты подлежат ремонту и испытанию их пружин. После ремонта и испытания пружин парашюты должны быть испытаны целиком на надежность их действия.

Для производства ремонта следует: 1) все парашютное устройство разобрать на отдельные детали; 2) произвести тщательный осмотр всех деталей, для чего необходимо очистить их от масла и грязи; 3) проверить все детали согласно чертежам; 4) при отклонении размеров от чертежей соответствующие детали должны быть исправлены или заменены новыми.

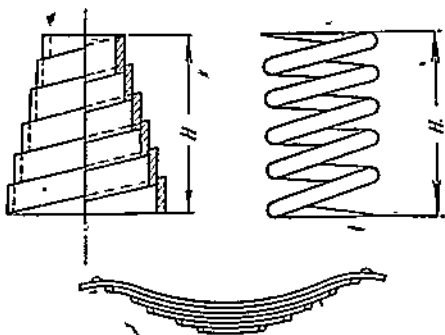
Допускаемые отклонения в размерах деталей или сочленений нескольких деталей следующие:

- 1) зазоры шарнирных соединений не должны превышать 1 мм;
- 2) зазоры в подшипниках не должны превышать 0,5 мм;
- 3) удлинение тяг и нарушение размеров плеч между центрами шарнирных соединений не должны быть более 3 мм;
- 4) все шпоночные и стопорные соединения должны быть глухими без какого бы то ни было движения одной соединяемой детали по отношению к другой;
- 5) ловители, в случае хотя бы частичного их затупления или ржавления, должны быть заменены новыми.

По «Правилам безопасности» не реже одного раза в шесть месяцев должна производиться проверка приводной пружины парашютов. Длина приводной пружины в сжатом состоянии на клетке должна быть ограничена величиной, полученной при испытании нагрузкой в 0,7 от веса порожней клетки (из § 70 «Пр. без.»).

Испытание пружин производится следующим образом.

1. Пружина нагружается грузом, равным 0,7 веса порожней клетки. Такая нагрузка производится не менее трех раз. При указанной нагрузке зазоры между отдельными витками пружины должны быть не меньше 3 мм. При этом испытании отмечается общая длина пружины в момент сжатия. Такая длина пружины должна соответствовать размеру, указанному в чертеже в сжатом состоянии. Чертежи наиболее распространенных пружин показаны на фиг. 187.



Фиг. 187. Наиболее распространенные приводные пружины парашютов.

2. Вторичное испытание пружины производится при нагрузке не менее $\frac{1}{3}$ от 0,7 веса порожней клетки. При этом испытании также должна быть отмечена общая длина пружины H .

Пружина не должна давать остаточных деформаций после второго испытания.

Испытание пружины указанными способами может быть произведено в механической лаборатории на специальном станке или непосредственно на шахте нагрузкой проверенными грузами. Данные об испытании оформляются соответствующим актом.

Сборка парашютов производится в соответствии с чертежами и схемой. После сборки производится проверка действия парашютной системы, руководствуясь п. п. 1, 2 и 3 ежемесячных осмотров парашютов, и испытание, руководствуясь нижеследующим разделом.

Испытание парашютов

По «Правилам безопасности» испытание парашютов клетки должно производиться не реже одного раза в 6 месяцев путем освобождения клетки с максимальной нагрузкой от каната при скорости, равной нулю. Во время испытаний парашютов ствол шахты должен быть перекрыт (из § 70 «Пр. без.»).

Испытания парашютов должны быть приурочены к срокам планового ремонта парашютов.

Испытание производится над уровнем дневной поверхности, причем ствол шахты перекрывают сплошь железными балками, поверх которых укладывают деревянный настил.

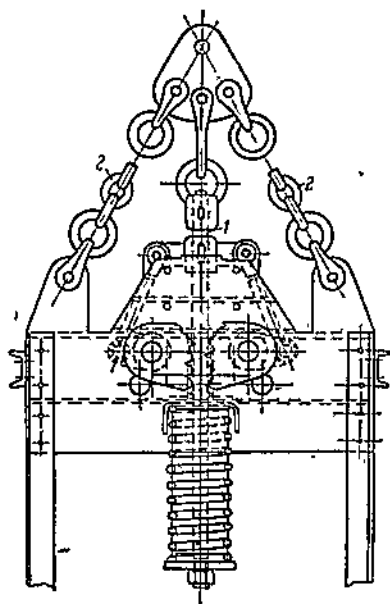
Испытание производится следующим путем:

1. Для предварительного испытания клетку устанавливают на настил перекрытия ствола шахты, напускают канат на 0,25 м для

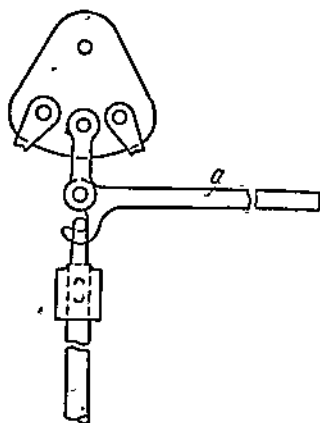
ослабления прицепного устройства клетки и разъединяют центр-
вой стержень 1 (фиг. 188), связанный с парашютной пружиной
и панцырем. В этом случае клеть остается соединенной с кана-
том через рабочие или предохранительные цепи 2.

Клеть при освобожденном парашютном устройстве поднимают
подъемной машиной над настилом первый раз на высоту не бо-
лее 300 мм, второй раз на высоту 600 мм и третий раз на вы-
соту 800 мм. После каждого такого подъема клеть медленно
спускают вниз, и если при этом испытании клеть останавливалась

под действием торможения лови-
телей о проводники на участке
длиной не более 200 мм, то можно
приступить к окончательному ис-
пытанию.



Фиг. 188. Прицепное устройство
клеть.



Фиг. 189. Приспособление для авто-
матического отсоединения клетки от
панцыря при испытании парашютов.

2. Для окончательного испытания клеть также устанавливают
на настил перекрытия ствола шахты, напускают канат на 0,25 м,
отсоединяют предохранительные или рабочие цепи 2 от панцыря
(фиг. 188) и между панцырем и центровым стержнем (или цепя-
ми) парашютной пружины устанавливают приспособление (фиг.
189) для автоматического отсоединения клетки от панцыря.

После этой операции клеть поднимают подъемной машиной
над настилом на высоту 1 м и останавливают. Путем нажима на
рычаг а автоматического приспособления (фиг. 189) клеть отсое-
диняется от каната и свободно падает вниз. Такое испытание
производится не менее двух раз.

1. Парашюты считаются выдержавшими испытание, если общий
путь падения клетки при каждом из испытаний не превышает
400 мм.

3. Испытание парашютов подъемов системы Кепе и подъемов с
нижним уравнивающим канатом (как предварительное, так и
окончательное) производится с обязательным отсоединением от

клетки подъемного и нижнего уравнивающего канатов и надежным закреплением их к специально уложенным металлическим балкам.

В этих случаях подъем клетки на необходимую высоту и ее опускание при испытании парашютов должны производиться не подъемной машиной, а специальной лебедкой, устанавливаемой для испытания парашютов.

4. Испытания парашютов, как предварительное, так и окончательное, производятся при максимальной нагрузке клетки.

Испытание парашютов производится под руководством главного механика шахты в присутствии заведующего подъемом и горнотехнического инспектора.

Об испытании составляется акт, в котором указывается: общий вес клетки с грузом, тип парашютов, род проводников, износ проводников, длина свободного падения клетки после ее автоматического отсоединения от каната, длина торможения от начала соприкосновения ловителей с проводниками до конца остановки клетки, глубина врезания зубьев ловителей в проводники, равномерность врезания в проводники зубьев всех ловителей, длина разжатия пружины и другие данные, имеющие значение для работы парашютов.

§ 53. ЭКСПЛУАТАЦИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ ШКИВОВ И НАДЗОР ЗА КОПРАМИ

Направляющие шкивы должны ежедневно осматриваться. При осмотре направляющих шкивов необходимо обращать внимание на состояние футеровки шкивов, на их оси, подшипники и болты, укрепляющие подшипники на копровой площадке. В зимнее время нужно следить за тем, чтобы не получалось обмерзания желоба направляющих шкивов; образующиеся корки льда следует считать, так как в противном случае может получиться соскакивание каната со шкива, а это вызовет обрыв подъемного каната. Для очистки льда применяют неподвижно-укрепленные на копровой площадке выступающие ножи.

Пополнение подшипников смазкой следует производить ежедневно.

По мере износа футеровки шкивов, ее необходимо заменять новой. Деревянную футеровку делают из отдельных шашек, которые располагают в обode шкива торцовой стороной к канату. В футеровке вырезается ручей для каната. Диаметр ручья принимают на 0,5—1 мм больше диаметра каната. Плоскость вращения ручья желоба шкива должна быть перпендикулярна оси вращения; ручей желоба шкива должен проходить по окружности, не допуская восьмерки или эксцентриситета.

Закрепительные болты футеровки по «Правилам безопасности» не реже одного раза в 6 дней должны осматриваться, причем негодные болты должны немедленно заменяться новыми (из § 136 «Пр. без.»).

По «Правилам безопасности» не реже одного раза в год должна производиться маркшейдерская проверка правильности

установки направляющих шкивов, вертикальности средней плоскости их желобов и горизонтальности осей вращения (§ 164 «Пр. без.»). Результаты этой проверки должны заноситься в соответствующие книги.

На шахте необходимо иметь для каждой подъемной установки не менее одного запасного шкива с осью и подшипниками.

Копры по «Правилам безопасности» должны тщательно осматриваться с составлением акта: металлические или железобетонные копры один раз в год и деревянные — два раза в год (§ 83 «Пр. без.»).

Один раз в 2—3 года необходимо производить покраску металлических копров. Покраску следует делать после технического осмотра копра.

Все болтовые соединения деревянных копров необходимо подтягивать: первые полгода после постройки копра ежемесячно, а далее по мере надобности, но не реже одного раза в 6 месяцев. При деревянных копрах необходимо строго соблюдать противопожарные мероприятия.

§ 54. МОНТАЖ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Здание подъемной машины и расположение оборудования

— Подъемная машина устанавливается на поверхности в специальном машинном здании¹. Помещение подъемной машины должно быть сухим, светлым и иметь достаточное пространство для ремонта, а также свободные проходы для обслуживающего персонала. Окна в машинном здании обычно делают с боковых и задней сторон (по отношению к машинисту); в передней же стороне окна не предусматривают, так как направленный через них свет будет мешать машинисту вести наблюдения за приборами. Здание в холодное время отапливается. По «Правилам безопасности» в здании подъемной машины должно быть, кроме нормального освещения, еще и аварийное, независимое от общей осветительной сети шахты (§ 161 «Пр. без.»).

Для монтажа подъемной машины в стенах здания предусматривают так называемые монтажные проемы для втаскивания оборудования. Кроме того, для монтажа и ремонта машины в здании устанавливают легкий мостовой кран с ручным приводом или предусматривают балки для талей достаточной грузоподъемности. Для пропуска струн подъемного каната в передней стене здания делают соответствующие прорезы.

Пол машинного здания нормально располагается с превышением 0,5—1 м над поверхностью земли. Площадку управления машины обычно устанавливают на уровне пола машинного здания.

Для подъемных машин с пневматическими тормозами предусматривается в машинном здании подвальное помещение, где устанавливается компрессор и другое оборудование. Наличие под-

¹ При подземных подъемных установках машина устанавливается в специальной камере.

вального помещения дает возможность иметь меньшую площадь машинного зала и, кроме того, устраняет в машинном зале шум от работающего компрессора.

На фиг. 190 и 191 показано расположение подъемной машины с асинхронным двигателем и ее оборудование в машинном здании с подвальным помещением. В машинном зале установлены подъемная машина с двигателем, станок управления, тахограф, указатель глубины, высоковольтный распределительный ящик и высоковольтный воздушный реверсор, расположенный на специальном балконе. В подвальном же помещении установлены компрессор с двигателем и автоматическим магнитным пускателем, воздухохранилище, тормозное устройство, командноконтроллер, связанный с рукояткой управления, металлическое пусковое сопротивление, силовой трансформатор и распределительное устройство. Значительную часть подвального помещения занимает фундамент подъемной машины.

Расположение высоковольтного воздушного реверсора, имеющего значительные габаритные размеры, на специальном балконе (фиг. 192) дает целый ряд преимуществ с точки зрения безопасности и более компактного расположения оборудования. Такая установка реверсора принята Харьковским отделением Электромонтажа. Балкон соединяется с машинным залом лестницей, вход на которую закрыт дверцей. Для большей безопасности следует устраивать блокировку, благодаря которой при открывании дверцы для входа на балкон происходит автоматическое отключение главного масляного выключателя.

При электрическом приводе системы Леонарда умформерная группа обычно располагается в машинном зале за отдельной перегородкой.

При расположении в одном здании двух подъемных машин их необходимо разделять звукопроницаемой перегородкой.

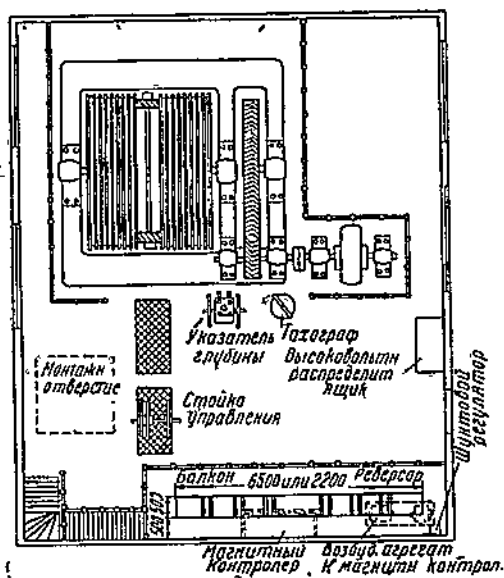
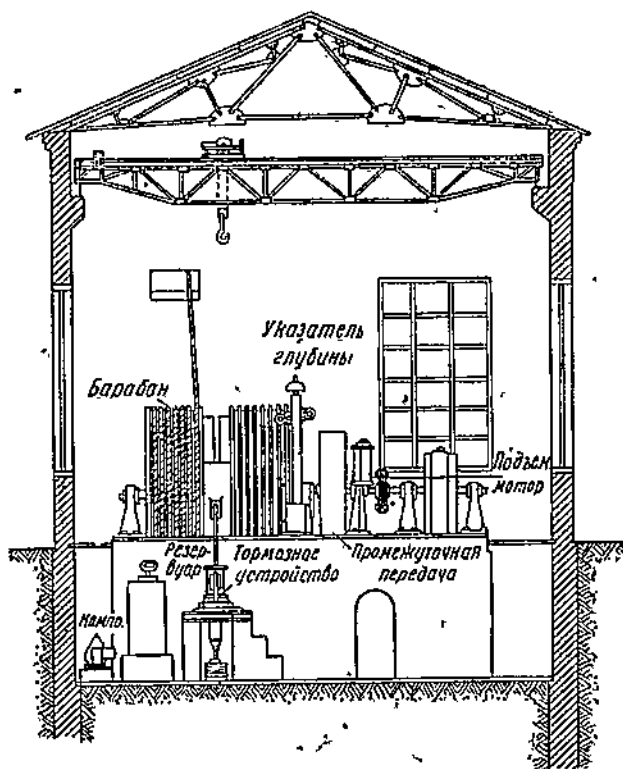
Помещение подъемной машины следует содержать в чистоте и полном порядке, а именно: стены должны быть своевременно побелены, двери и рамы выкрашены масляной краской, стекла в окнах протерты, перегоревшие лампочки заменены новыми.

В помещении должны находиться комплект огнетушителей, ящик с песком и лопаты.

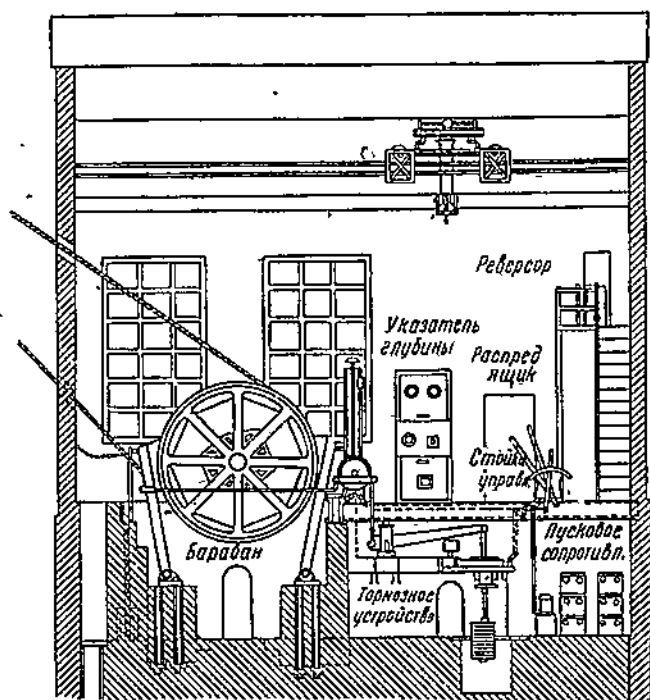
Все подвижные части подъемной машины, во избежание несчастных случаев, следует бгораживать.

Устройство фундамента подъемной машины

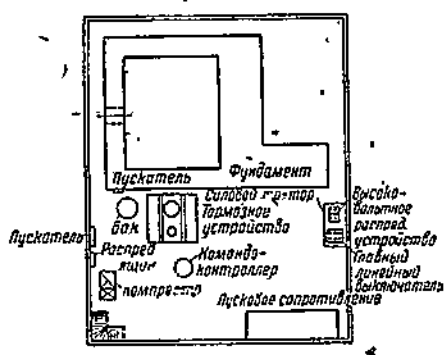
Подъемная машина устанавливается на специальном фундаменте, выполняемом в точном соответствии с рабочими чертежами. Глубина фундамента определяется свойствами грунта; фундамент по возможности следует доводить до твердого грунта, в противном случае является необходимость расширить основание фундамента с таким расчетом, чтобы давление на единицу площади основания оставалось в допустимых для данного грунта пределах. В некоторых случаях при слабом грунте фундамент приходится укреплять на сваях.



Фиг. 120.



Фиг. 190. Расположение подъемной машины и ее оборудования в здании с подвальным помещением.

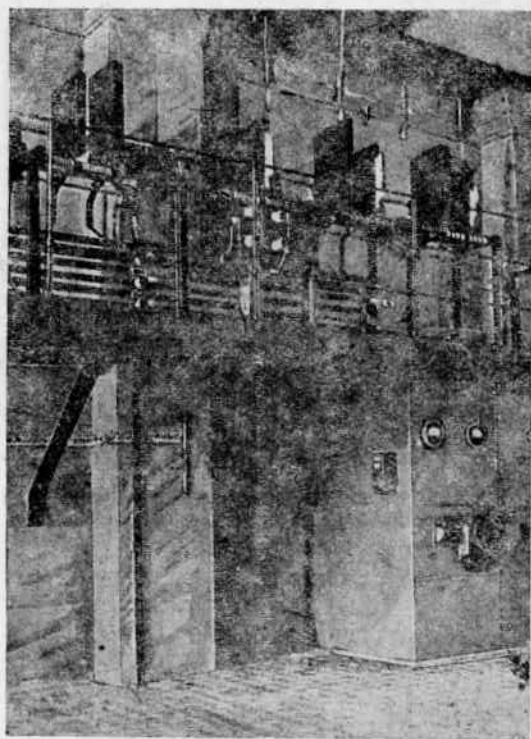


Фиг. 191. План подвального помещения с расположением оборудования подъемной машины.

Вес фундамента должен удовлетворять условию: под действием максимального возможного натяжения подъемных канатов машина вместе с фундаментом не должна получить сдвига или перекоса.

Фундамент подъемной машины должен быть заложен отдельно от фундамента здания, чтобы избежать передачи колебаний от машины ко всему зданию.

Фундаменты подъемных машин в настоящее время делают обычно из бетона, который отличается от других материалов



Фиг. 192. Расположение воздушного реверсора на специальном балконе в машинном зале.

своей монолитностью. Бетонный фундамент изготовляют из щебня, песка и цемента. Крупность щебня принимается различной, начиная от горошины и кончая крупным орехом. Перед составлением бетона щебень должен быть промыт и очищен от пыли, грязи и других примесей. Песок принимается речной, крупный и чистый. Для фундаментов подъемных машин по указанию Сталинского машиностроительного завода может быть принят состав бетона (по объему): 1 часть цемента, 3 части песка и 5 частей щебня, а при хорошем качестве цемента можно допустить и 6 частей щебня. Входящие в бетон составные части хорошо перемешиваются в сухом виде, после чего добавляется вода. Фундамент укрепляют железной арматурой, которая укладывается

ется в противоположных направлениях. Укладку бетонного фундамента необходимо производить быстро, чтобы бетон не успел затвердеть в процессе работы; толщину трамбуемого за один раз слоя не следует допускать более 15 см. Бетонирование должно идти бесперебойно.

Отверстия для фундаментных болтов должны быть образованы при помощи деревянных вставок, имеющих небольшой уклон для более легкого их вытаскивания. Разметку болтов и их размещение производят при помощи предварительно изготовленного деревянного шаблона.

Для небольших подъемных машин фундамент может быть выполнен из кирпича или бутового камня, но с обязательным применением в качестве связующего материала цементного раствора. Перед кладкой фундамента кирпичи следует пропитывать водой. Цементный раствор рекомендуется принимать: на 1 часть цемента 2 части песка (по объему). В верхнюю часть фундамента кирпичи при кладке ставят на ребро, что дает более ровную поверхность и исключает крошение углов и краев кладки. При кладке верхней части кирпичного фундамента рекомендуется пользоваться цементным раствором, в котором на две части цемента входит лишь одна часть песка.

После кладки фундамента ему надо дать возможность затвердеть в течение не менее 6 дней, так как в противном случае может получиться неравномерное оседание фундамента, что разрушит нормальную работу машины.

Монтаж подъемной машины и сдача ее в эксплуатацию

Монтаж подъемной машины начинают с установки на фундаменте ее рамы. Перед установкой раму машины следует очистить от ржавчины, пыли и грязи.

После этого рама должна быть тщательно по уровню установлена на фундаменте на железных клиньях и прокладках и прикреплена болтами к плитам, заложенным в фундаменте при его кладке. Затем на раме устанавливаются все подшипники, и их горизонтальность проверяется ватерпасом. Корпуса подшипников приболчивают к раме и устанавливают их точно по уровню. После этого под всю раму подливается цементный раствор, в котором на две части цемента входит одна часть песка. Для подливки цемента вокруг фундамента делают опалубку, выступающую на 2—3 см от нижнего края рамы и, кроме того, перед подливкой производят предварительно увлажнение поверхности фундамента. По истечении суток после заливки фундамента удаляют клинья и заливают цементным раствором оставшиеся пустые места.

По мере схватывания цементного раствора удаляют опалубку и поверхность фундамента выравнивают лопаткой. Примерно через 5 дней после заливки следует туго подтянуть все болты. Для предохранения фундамента от разрушающего на него действия смазочного масла рекомендуется фундамент покрасить и не допускать попадания масла на его поверхность.

Последовательность сборки подъемной машины производится в точном соответствии с инструкцией завода, выпустившей данную машину. По окончании монтажа машины и ее предварительного опробования поверхность лебедки очищают, грунтуют и вторично красят (первоначальная покраска производится на заводе-изготовителе).

После предварительного опробования производится окончательное приемо-сдаточное испытание машины. Прежде всего испытывается работа тормозного устройства при ненагруженной машине, при этом испытываются отдельно сначала рабочий (маневровый) тормоз, а затем, путем перерыва тока, предохранительный (аварийный) тормоз. Далее делается проверка всей аппаратуры управления, контрольных и предохранительных приборов.

Опробование машины вхолостую должно производиться не менее 8 час. непрерывной работы. Затем машина испытывается при постоянном возрастании нагрузки до максимальной установленной грузоподъемности.

Испытание действия тормозов производится на обеспечение необходимой работы торможения под нагрузкой при подъеме и спуске груза; при этом среднее замедление системы под действием предохранительного тормоза должно быть не менее 2 и не более 4 *м/сек.* В процессе испытания машины под нагрузкой ведется наблюдение за работой всех ее элементов и в частности за температурой подшипников, которая не должна быть выше 65°C. В результате испытания определяется к. п. д. механической части машины (при одинарной зубчатой передаче он должен быть не менее 0,9 и при двойной 0,85), а также к. п. д. электрической части машины и всей установки в целом.

После испытания и получения хороших результатов подъемная машина сдается монтажной организацией и заводом-изготовителем по акту в эксплуатацию; этот акт считается документом начала исчисления гарантийного срока, даваемого заводом.

За время монтажа подъемной машины должны быть подготовлены кадры обслуживающего персонала, для этой цели следует использовать присутствие на шахте квалифицированных специалистов по подъему.

Главным механиком шахты разрабатывается и вывешивается в машинном зале инструкция по эксплуатации подъемной установки для обслуживающего персонала. В этой инструкции четко формулируются обязанности, которые должны выполняться обслуживающим персоналом, и последовательность операций.

Обязанности машиниста подъемной машины и предъявляемые к нему требования

Подбор машинистов для подъемной машины должен быть произведен весьма тщательно. По действующим «Правилам безопасности» для обслуживания подъемных машин должны назначаться лица, имеющие шестимесячный общий производственный стаж на шахте, сдавшие техэкзамен на право управления подь-

емной машиной и прошедшие двухмесячный стаж по управлению подъемной машиной под руководством опытного машиниста. Каждый машинист должен персонально утверждаться главным инженером шахты. Машинисты ежегодно должны подвергаться медицинскому освидетельствованию (§ 157 «Пр. без.»).

В процессе эксплуатации подъемной машины работа машиниста заключается: в приемке машины от предыдущей смены, управлении машиной, уходе и надзоре за машиной и сдаче машины следующей смене. Во время дежурства машинист несет ответственность за правильную и безопасную эксплуатацию машины. Во время дежурства машинист не может отлучаться из машинного здания. В случае же крайней необходимости машинист должен поставить об этом в известность лицо, ответственное за работу подъема, и может уйти только после присылки заместителя. О своем уходе машинист делает соответствующую запись в журнале.

Вместе с машинистом несет дежурство его помощник (смазчик). На обязанности смазчика лежит своевременная смазка подъемной машины, наблюдение за работой компрессора, поддержание чистоты здания и т. п. В случае необходимости смазчик может кратковременно отлучиться из машинного здания по делам работы, но только с разрешения машиниста.

В помещении подъемной машины должна поддерживаться чистота. Пол в машинном зале и подвальной помещении должен быть вымыт, окна должны быть протерты и т. д. За порядок в помещении несет ответственность сменный машинист.

Во время управления подъемной машиной машинисту категорически воспрещается с кем-либо разговаривать. Всякие посторонние лица могут отвлекать внимание машиниста, что может привести к неприятным последствиям, поэтому вход посторонних лиц в машинное здание без специального пропуска не разрешается.

Подъемная машина должна находиться всегда в исправном состоянии и годной к пуску в любой момент. Подъемная машина должна быть снабжена полным комплектом запасных частей, инструментов и материалов для текущей работы, которые хранятся в предписанном месте; за сохранность их отвечает машинист.

При наличии в составе подъемной установки высоковольтного распределительного устройства машинисту необходимо сообщить под расписку правила безопасности при обращении с высоким напряжением. Машинисту должно быть в частности известно, что отделение высоковольтного распределительного устройства необходимо запирать на замок, а на дверях вывешиваются предупредительные таблички. Входить в отделение высоковольтного распределительного устройства машинисту разрешается только с кем-нибудь.

При включении и выключении разъединителей и масляника машинист должен надеть резиновые перчатки и встать на резиновый коврик, при этом штанга для выключения разъединителей должна быть заземлена, а перчатки и коврик должны находиться в исправном состоянии.

Машинист должен хорошо знать таблицу сигналов.

Сдача и приемка смены машинистами и подготовка машин к работе¹

При сдаче смены одним машинистом другому подъемную машину прежде всего останавливают и о сдаче смены предупреждают рукоятчика. При остановке машины подъемные сосуды устанавливаются посредине ствола шахты один против другого (в уравновешенном состоянии) и застопоривают подъемную машину рабочим и предохранительным тормозами с одновременным выключением линейного масляного выключателя. После этого оба машиниста (вместе) производят тщательный наружный осмотр подъемной машины.

При осмотре машины необходимо убедиться, что все основные части машины находятся в исправности и полном порядке, а именно:

1) барабаны (или другие органы навивки) и их футеровка находятся в исправности, концы подъемных канатов хорошо закреплены;

2) подшипники как коренного, так и промежуточного валов заполнены смазкой и не перегреты;

3) зубчатая передача погружена в масло, налитое до установленного уровня;

4) тормозные устройства находятся в полной исправности, воздух в цилиндрах нигде не просачивается, катушки тормозных электромагнитов не перегреты, зазор между колодками и ободом не является чрезмерным;

5) указатель глубины установлен правильно: положение гаек со стрелочными указателями точно соответствует положению клетей; подшипники и зубчатая передача от вала барабанов к указателю хорошо смазываются;

6) компрессор, его привод и воздухопровод исправны, нигде нет просачивания воздуха, смазка компрессора и его охлаждение происходят нормально;

7) подъемный двигатель исправен, не загрязнен и не перегрет (нормально его температура должна быть не более 65°C), подшипники хорошо смазываются, контактные кольца исправны, щетки хорошо прилегают к контактным кольцам;

8) у высоковольтного распределительного устройства (если оно в данной установке имеется) изоляторы не загрязнены и не имеют трещин, бак масляного выключателя не нагрет;

9) статорный переключатель (реверсор) асинхронного подъемного двигателя исправен, оба его контакта легко включаются от руки, механическая блокировка между ними исправна, главные контакты достаточно чисты, магнитная система не покрыта ржавчиной, блок-контакты исправны и поверхность их чиста, токоподводящие болты хорошо прижаты;

10) панель контактного включения исправна: все контак-

¹ Осмотр, уход и управление подъемной машиной приводятся здесь в основном по отношению к подъемным машинам с асинхронным двигателем в выполнении ХЭМЗ.

торы легко включаются от руки, контакты не обгорели, исправны также все блок-контакты;

1) пусковое сопротивление металлического реостата не получило чрезмерного нагрева, все спирали крепко стянуты болтами и нет местного нагрева их ушек;

12) защитные электрические приборы (концевые выключатели, ограничители скорости и т. д.) вполне исправны.

Результаты осмотра записываются в журнал. Если при осмотре признано, что подъемная машина вполне исправна, машинист принимает дежурство и в дальнейшем несет ответственность за работу машины. Если же машина неисправна, то следует немедленно вызвать главного механика шахты. О сдаче и приеме смены машинисты расписываются в журнале дежурств, который хранится в машинном зале.

Вступивший на дежурство машинист вместе со смазчиком подготавливает машину к работе, для чего выполняет следующие операции:

1) выпускает осадки из тормозных цилиндров, смазывает их трущиеся части, а также регулятор давления и трехходовой кран;

2) смазывает шпиндели указателя глубины и зубчатую передачу от вала барабанов к указателю;

3) пополняет смазку в подшипниках и, если требуется, в коробке зубчатой передачи;

4) включает разъединители, если они были выключены, для подключения подъемной установки к сети;

5) включает рубильник двигателя компрессора; если давление в воздухохранильнике было ниже 4 ат, то автоматически включится мотор компрессора, и компрессор будет работать, пока давление в воздухохранильнике не поднимется до 6 ат, при этом сжатым воздухом будет поднят груз предохранительного тормоза;

6) включает линейный масляный выключатель и рубильники на контакторной панели.

Затем машинист должен убедиться, что показания всех измерительных приборов соответствуют нормальному положению, а именно:

1) манометр, соединенный с воздухохранильником и установленный на указателе глубины, показывает не менее 4 ат;

2) манометр, соединенный с воздушным цилиндром рабочего тормоза, показывает примерно то же давление;

3) вольтметр, установленный на указателе глубины, показывает нормальное напряжение;

4) амперметр и ваттметр показаний не дают;

5) горят две сигнальные лампы, показывающие, что машина заторможена рабочим и предохранительным тормозами;

6) горит зеленая сигнальная лампа, показывающая, что включен линейный масляный выключатель.

После этого машинист занимает рабочее место у станка управления подъемной машины и предварительно перед пуском машины выполняет следующие операции:

1) несколько раз подряд включает и выключает рабочий и предохранительный тормоза, чтобы убедиться в правильности и безотказности их работы, а также чтобы лучше распределить смазку в регуляторе давления и всей тормозной системе;

2) проверяет действие концевого выключателя, для чего отпускает предохранительный тормоз и сообщает рукоятчику, чтобы тот привел в действие концевой выключатель на копре; в этом случае должно происходить безотказное включение предохранительного тормоза.

Убедившись в полной исправности и подготовленности подъемной установки к работе, машинист сообщает об этом рукоятчику и ждет его сигналов. По «Правилам безопасности» машинист, принимающий смену, должен приступить к работе, только проверив исправное состояние машины, и производить спуск людей, только перегнав клеть вхолостую в присутствии машиниста, сдающего смену. Машинист обязан сообщить главному механику шахты о всех замеченных им повреждениях подъемной машины (§ 159 «Пр. без.»).

Управление подъемной машиной и уход за ней во время работы

После начала работы подъема смазчик должен проверить:

1) не греются ли подшипники коренного вала машины и ее промежуточных валов, а также подшипники подъемного двигателя и указателя глубины;

2) достаточное ли количество смазки в подшипниках и нормально ли поступает смазка (хорошо ли вращаются смазочные кольца и т. п.);

3) достаточное ли количество смазки у зубчатой передачи, одновременно обращая внимание на плавность работы передачи;

4) не перегревается ли подъемный двигатель и не получается ли искрообразование под щетками на контактных кольцах;

5) нормально ли протекает работа компрессора; нормально ли поступает смазка, достаточно ли охлаждение цилиндра и не стучат ли клапаны.

Управление подъемной машиной машинист должен производить внимательно и со всей осторожностью, так как всякая оплошность может привести к аварии подъема. Кроме того, машинист должен строго соблюдать требуемый режим работы подъемного двигателя¹; несоблюдение этого режима может привести к снижению производительности подъемной установки, увеличению расхода энергии и недопустимой перегрузке двигателя.

Машинист должен строго придерживаться заданных тахограмм подъема груза и людей. Точное выполнение тахограммы (особенно при асинхронном подъемном двигателе) зависит в значительной мере от опытности машиниста.

¹ Режим работы подъемной машины устанавливается главным механиком шахты на основании характеристики машины и результатов испытания подъемной установки и утверждается главным инженером шахты и главным механиком треста.

При управлении асинхронным подъемным двигателем наиболее рациональный режим работы машины будет получен при учете следующих положений:

1) В период ускорения желательно возможно полнее использовать перегрузочную способность подъемного двигателя. Этим достигается сокращение времени периода ускорения. В результате же получается увеличение пропускной способности подъема, так как сокращается время движения клетей, а также уменьшение расхода электроэнергии, так как уменьшаются потери энергии в реостате. Для этого машинист должен перемещать рукоятку управления в таком темпе, чтобы сила тока в период ускоренного движения машины была приблизительно постоянна, колеблясь около заданной величины. В этот период машинист должен руководствоваться показанием амперметра, стремясь поддерживать стрелку на заданном делении шкалы. Однако не следует забывать, что при спуске-подъеме людей величина допускаемого ускорения ограничена «Правилами безопасности».

2. Наибольшая скорость движения, должна быть по возможности одна и та же при выполнении всех функций подъема и соответствовать максимальной скорости машины. В этом отношении следует иметь в виду, что подъемные операции с пониженной скоростью требуют работы асинхронного двигателя при включенном реостате, что приводит к излишним потерям электроэнергии. Таким образом желательно, чтобы и наибольшая скорость подъема людей, если это допустимо по «Правилам безопасности», соответствовала максимальной скорости подъемной машины.

3. Остановку подъемной машины желательно производить с выключенным двигателем и применением механического тормоза. При маховичном виде замедления (свободном выбеге) трудно достигнуть точной остановки клетей у приемных площадок. В таком случае обычно машинист, остерегаясь переподъема, выключает двигатель несколько раньше необходимого времени, в результате чего подтягивает клеть к приемной площадке путем повторного включения двигателя.

4. Следует всемерно избегать применения торможения противотоком. При торможении противотоком происходит излишний расход электроэнергии, и усложняется управление подъемной машиной. Во всех обычных случаях практики торможение противотоком может быть вполне заменено механическим торможением.

5. При спуске груза следует применять генераторное торможение с передачей энергии в сеть. Генераторное торможение обеспечивает равномерный спуск груза и, при замыкании ротора накоротко, вполне гарантирует незначительное превышение скорости сверх нормальной (синхронной). Генераторное торможение является наиболее рациональным и экономичным, так как при нем отсутствуют нагрев и износ тормозных колодок, что имеет место при механическом торможении,

и, кроме того, - в противоположность торможению противотоком, электроэнергия не расходуется, а наоборот добавляется в сеть. При генераторном торможении нужно учитывать следующее:

а) при перемещении рукоятки из среднего положения в крайнее не следует допускать чрезмерной перегрузки двигателя путем быстрого движения рукоятки, для чего необходимо следить за показаниями амперметра;

б) при достижении нормальной скорости рукоятка управления должна находиться в крайнем положении («полный ход»), так как в противном случае скорость будет выше расчетной; если при крайнем положении рукоятки скорость все-таки превышает нормальную, следует обратить внимание на реостат; повышение конечного сопротивления может явиться результатом загрязнения или изменения концентрации электролита жидкостного реостата, или неисправности металлического реостата.

При наличии автоматического короткозамыкателя, при помощи которого ротор двигателя автоматически замыкается накоротко при достижении синхронного числа оборотов, значительно снижается опасность большого превышения числа оборотов сверх синхронного.

Для более точной установки подъемных сосудов у приемных площадок машинист делает метки на верхней струне каната около барабана и на барабане. Эти метки следует делать белой масляной краской. При искажении показаний пометок из-за удлинения каната нужно на канате сделать новую метку, а старую замазать черной краской.

Особо серьезная осторожность требуется в управлении машиной при спуске-подъеме людей. Обычно спуск-подъем людей поручается наиболее опытному машинисту. По «Правилам безопасности» в часы, в которые производятся спуск и подъем смены рабочих, должен находиться, кроме дежурного, еще и запасной машинист (§ 158 «Пр. без.»).

Машинист должен внимательно следить за сигналами рукоятчика. Как правило, всякий неясный или неправильный сигнал машинист должен считать за сигнал «стоп».

Во время работы подъема машинист следит за правильной навивкой подъемных канатов на барабаны (или другие органы навивки), за показаниями измерительных и контрольных приборов. Машинист должен прислушиваться к шуму машины. Опытный машинист по изменению характера шума в достаточной мере может заметить неисправность машины.

Согласно требованиям «Правил безопасности» все замеченные повреждения должны заноситься машинистом в специальную книгу. В записи должны быть указаны не только время обнаружения повреждения, но и время остановки подъема и ее длительность. Причины повреждения и меры, принятые для его устранения, должны заноситься в книгу главным механиком шахты (§ 160 «Пр. без.»).

Мероприятия машиниста в аварийных случаях

Если замеченная неисправность в работе подъемной установки может угрожать аварией, машинист должен немедленно остановить подъемную машину, включив предохранительный тормоз. К таким мероприятиям следуют прибегать:

1) при поломках в механической части подъемной машины (поломка зубьев передачи от вала мотора к валу барабанов, выпадение футеровки барабанов и т. п.);

2) при появлении толчков во время хода машины, что видно по дерганию каната и резкому отклонению стрелок амперметра и ваттметра от установившегося положения; такие толчки могут быть вызваны застреванием подъемного сосуда из-за неисправности армировки ствола шахты, порчи направляющих устройств или застреванием нижнего уравнивающего каната;

3) при неисправности рукоятки управления или рукоятки рабочего тормоза;

4) при переподъеме клетки или скипа выше приемной площадки и в других аварийных случаях.

Включение предохранительного тормоза может произойти и автоматически под действием предохранительных устройств.

При включении предохранительного тормоза, если замедление машины происходит нормально, не следует усиливать торможение еще рабочим тормозом (при тормозах, усилия которых складываются), так как резкое торможение оказывает вредное влияние на канат. После же остановки машины предохранительным тормозом следует дополнительно ее застопорить рабочим тормозом. При автоматическом включении предохранительного тормоза машинист должен отыскать причину аварийной остановки машины. Наиболее частыми причинами автоматического включения предохранительного тормоза, которые встречаются в практике, являются:

1) неисправность компрессорного устройства, в результате которой давление воздуха в резервуаре опустилось ниже установленного предела; это можно обнаружить по показанию манометра;

2) значительное падение или полное отсутствие напряжения в сети, что можно обнаружить по показанию вольтметра;

3) перегрузка подъемного двигателя (машинист мог бы ее заметить по отклонению стрелки амперметра);

4) переподъем клетки, в результате чего сработал конечный выключатель;

5) превышение скорости выше установленного предела, в результате чего сработал ограничитель скорости.

После обнаружения причины аварийной остановки машины необходимо эту причину устранить. Если же неисправность подъемной установки обнаружить не удалось, машинисту необходимо вызвать мойтера или главного механика шахты. Только после соответствующих исправлений машина может быть пущена в ход.

Всякая остановка подъемной машины с включением аварийного тормоза должна быть отмечена в журнале.

Еженедельный осмотр подъемной машины и уход за нею

Кроме ежедневного осмотра подъемной машины, необходимо производить один раз в неделю (в выходной день) более детальный осмотр, а именно: ☹

1) осмотреть станок управления, проверить состояние всех тяг и шарнирных соединений, добавить тавот в масленки Штауфера;

2) осмотреть состояние тормозных колодок и их крепление, а также тормозных ободов, и отрегулировать зазор между колодками и ободами до величины не более 2 мм;

3) осмотреть и проверить тормозное устройство, хорошо его смазать и добавить тавот в масленки Штауфера;

4) проверить состояние переключного устройства холостого барабана и произвести смазку;

5) осмотреть состояние зубчатой передачи от двигателя к коренному валу, проверить состояние уплотнений и количество масла в ванне, очистить масляные фильтры;

6) проверить состояние всех важнейших деталей указателя глубины и наличие смазки в подшипниках, хорошо промыть и смазать тавотом зубчатые соединения;

7) осмотреть и смазать компрессор и проверить его работу;

8) зачистить контактные кольца и проверить щетки подъемного двигателя, продуть двигатель мехом и протереть тряпкой (в системе Леонарда проделать то же с электрическими машинами, составляющими умформерный агрегат);

9) сообщить на главную подстанцию о снятии напряжения с главного фидера, питающего подъемную установку, и выключить разъединители, после чего осмотреть высоковольтное распределительное устройство, очистить его от пыли, опустить бак масляного выключателя, осмотреть его контакты, осмотреть и смазать механизм свободного расцепления;

10) осмотреть статормый переключатель (реверсор), зачистить его контакты, очистить от ржавчины электромагниты, проверить исправность механической блокировки между контакторами, убедиться в одновременности включения всех трех контактов одного реверсора;

11) осмотреть контакторную панель, зачистить контакты всех ее контакторов, очистить их от грязи и ржавчины, проверить блок-контакты;

12) продуть мехом пусковое сопротивление и подтянуть ослабевшие болты;

13) просмотреть остальную электроаппаратуру, обратив особое внимание на предохранительную аппаратуру, и зачистить ее контакты;

14) проследить, чтобы было приведено в порядок машинное помещение, а именно: вымыт пол, протерты окна и вытерты колапки электроламп.

Кроме того, по «Правилам безопасности» не реже одного раза в 15 дней должна производиться проверка правильности работы предохранительного тормоза и всех выключателей против пере-

подъема путем искусственного переподъема при замедленной скорости (§ 162 «Пр. без.»). Эта проверка (согласно § 165 «Пр. без.») должна производиться главным механиком шахты или его помощником, и результаты этих испытаний должны заноситься в соответствующие книги. Такую проверку, следовательно, можно производить один раз в 2 недели в выходной день.

Текущий ремонт подъемной машины и мероприятия по уходу за машиной, проводимые по мере надобности

При эксплуатации подъемной машины необходимо по мере надобности производить следующий ремонт.

1. Смену сработавшихся тормозных колодок. Новые колодки следует тщательно пригнать к тормозному ободу так, чтобы при включении тормоза их соприкосновение с ободом происходило по всей поверхности без зазоров.

2. Смену футеровки барабана. Новую футеровку следует хорошо укрепить на барабане. Так как диаметр барабана при новой футеровке получается несколько увеличенным, то указатель глубины будет давать искаженное показание, поэтому необходимо в таком случае настроить указатель глубины, несколько сместив его подвижные гайки со стрелочными указателями.

3. Замену кожаных манжет воздушных цилиндров рабочего и предохранительного тормозов в случае просачивания воздуха.

4. Разборку и чистку регулятора давления рабочего тормоза в случае отсутствия плавного торможения.

5. Чистку масляного выключателя и тщательный осмотр всей установки в случае короткого замыкания.

По «Правилам безопасности», на случай смены колодок или ремонта тормозного устройства, в каждой подъемной машине должно быть предусмотрено специальное стопорное устройство (из § 147 «Пр. без. »).

Регулярно следует производить:

а) испытание на пробой масла в линейном масляном выключателе и масляном статорном переключателе (реверсоре), что необходимо делать не реже, чем через 45 дней;

б) смену масла в подшипниках подъемного мотора не реже чем через 45 дней;

в) проверку перчаток, коврика и включающей штанги.

В помещении подъемной машины следует иметь комплект тормозных колодок и футеровки для барабанов и направляющих шкивов, а также необходимые смазочные и обтирочные материалы.

Осмотр и ремонт подъемной машины, проводимые через каждые 6 месяцев

Через каждые 6 месяцев подъемную машину следует подвергать капитальному осмотру и ремонту. Перед началом осмотра необходимо установить подъемные сосуды на опорные балки или брусья и застопорить машину при помощи стопорного устрой-

ства, а также снять напряжение с главного фидера, питающего подъемную установку, и выключить разъединители.

При капитальном осмотре необходимо произвести следующее.

1. Проверить исправное состояние органов навивки, их заклепочных и болтовых соединений; ослабевшие заклепки необходимо сменить, а болтовые соединения подтянуть. Одновременно следует проверить шпоничные укрепления барабанов на валу, крепление футеровки и закрепление концов подъемных канатов на барабанах.

2. Очистить от смазки, промыть керосином и детально осмотреть переключное устройство холостого барабана, после чего покрыть его свежей смазкой.

3. Проверить исправность стопорного устройства холостого барабана.

4. Проверить состояние и крепление тормозных колодок и их опорных рычагов.

5. Проверить исправное состояние тормозного устройства рабочего и предохранительного тормозов, для чего следует полностью его разобрать, тщательно очистить от затвердевшей смазки и ржавчины, смазать и вновь собрать. Разобрать и прочистить тормозные электромагниты с целью достижения их легкого хода при включении и выключении.

6. Осмотреть валы и подшипники органов навивки и зубчатой передачи, для чего необходимо:

а) Снять крышки подшипников вместе с верхними вкладышами.

б) Тщательно осмотреть шейки валов, обратив внимание, нет ли царапин или следов разъедания, и исправить все замеченные дефекты.

в) Проверить цилиндричность шеек валов, поворачивая вал и наблюдая за зазором между поверхностью шейки и острием рейсмуса, установленного на крышке подшипника.

г) Проверить горизонтальность каждого вала при помощи точного уровня, проводя наблюдения через каждые 90° поворота вала.

д) Проверить при помощи калиброванных щупов зазоры с боков вкладышей (так называемые холодильники); величина зазора должна быть:

Для валов диаметром до 50 мм	0,2 мм
» » » » 100 »	0,3 »
» » » » 150 »	0,35—0,4 мм
» » » » более 150 »	0,5 мм

При проверке надо иметь в виду, что глубина холодильника с каждой стороны вкладыша ограничивается углом в 30°.

е) Проверить зазор между внутренней поверхностью вкладышей и шейкой вала: для этого на шейку вала кладут в разных местах свинцовые проволочки диаметром 0,5—1 мм, надевают крышку с вкладышем и затягивают ее болтами; затем крышку снимают и замеряют толщину проволочек, которая показывает величину оставшегося зазора при затянутой крышке; этот зазор не должен превышать 0,2—0,3 мм.

ж) Проверить при помощи калиброванных щупов, нет ли зазора между шейкой вала и нижней половиной вкладыша; наличие такого зазора косвенно указывает на прогиб вала.

Если в результате проверки валов и подшипников будут обнаружены какие-либо дефекты, необходимо вызвать специалиста для их устранения. Если же дефектов нет, подшипники надо промыть керосином и залить их свежим маслом.

7. Спустить масло из масляной ванны зубчатой передачи и хорошо промыть внутреннюю поверхность кожуха керосином. Проверить величину зазора между зубьями шестерен, правильность зацепления и параллельность валов. Допустимая величина зазора между боковыми поверхностями зубцов составляет 0,15—0,35 мм. Этот зазор проверяется следующим образом: нарезают полоски листового свинца толщиной 0,5—1 мм, пропускают их через зубчатую передачу и затем замеряют микрометром. Толщина полосок, прошедших через зубчатую передачу, дает возможность судить о параллельности валов зубчаток и о зазоре между зубцами.

8. Проверить клиновые шпонки зубчатой передачи. Если при ударе молотком они издадут дребезжащий звук, их необходимо подтянуть.

9. Разобрать, прочистить и отремонтировать масляный насос.

10. Разобрать, тщательно прочистить, отремонтировать, смазать и вновь собрать компрессор тормозного устройства.

11. Осмотреть станок управления, проверить состояние всех тяг и шарнирных соединений, очистить их от ржавчины и затвердевшей смазки, промыть подшипники, масленки Штауфера заполнить тавотом.

12. Промыть указатель глубины керосином, очистить его от старой смазки, проверить состояние зубчатой передачи от вала барабанов и хорошо покрыть свежей смазкой.

13. Тщательно осмотреть подъемный двигатель и проверить калиброванными щупами зазор (междужелезное пространство). Измерить сопротивление изоляции. Проверить подшипники, промыть их и залить свежим маслом.

14. Очистить от пыли и детально осмотреть высоковольтное распределительное устройство. Вылить масло из бака линейного выключателя, промыть выключатель по возможности горячим маслом, промыть маслом бак, зачистить контакты, проверить плотность их соприкосновения, прочистить и смазать механизм свободного расцепления.

15. Детально осмотреть статорный переключатель (реверсор), зачистить контакты, очистить от ржавчины электромагниты, убедиться в исправности механической блокировки, проверить нажатие, сменить контакты и катушку.

16. Осмотреть контакторную панель (магнитную станцию), зачистить контакты, очистить их от грязи и ржавчины, проверить нажатие контактов и, если не удалось обеспечить необходимое нажатие, сменить контакты и катушку.

17. Продуть мехом пусковое сопротивление и, если есть обгоревшие спирали, заменить их запасными.

18. Детально осмотреть предохранительную аппаратуру (концевые выключатели, ограничитель скорости и т. д.).

19. Осмотреть всю остальную электроаппаратуру и сменить сработавшиеся части.

20. Проверить состояние соединительных проводов коммутации подъемной установки. В случае обнаружения кабелей или проводов с неудовлетворительной изоляцией таковые должны быть заменены. Проверить исправность заземления всех низковольтных и высоковольтных аппаратов.

В соответствии с требованием «Правил безопасности», не реже одного раза в 6 месяцев подъемная машина должна подвергаться технической проверке. При проверке обязательно опробование всех основных функций машины, защищающих ее от аварий, в том числе: работы предохранительного тормоза, системы аварийного выключения электрической части машины, концевых выключений, центробежного выключения, ограничения скорости, защиты от износа тормозных колодок, ретардирующего устройства в системе Леонарда (§ 163 «Пр. без.»). Эта проверка должна производиться главным механиком шахты или его помощником, и результаты испытания должны заноситься в соответствующие книги.

Ненормальности в работе подъемной машины, их причины и меры устранения

Признаки неисправности	Возможные причины	Меры устранения
1. Подшипники нагреваются выше установленного предела	а) Загрязнена смазка или применена смазка низкого качества б) Засорены смазочные отверстия и канавки в) Сильно сработались вкладыши, и они плохо распределяют смазку г) Чрезмерно затянуты болты, прижимающие вкладыши д) Недостаточное количество смазки в маслоборнике вследствие утечки е) Не вращаются смазочные кольца, так как они застряли или поломались ж) Сместились подшипники вследствие осадки фундамента з) Чрезмерная перегрузка машины	а) Заменить смазку, залит качественное масло б) Очистить от сора, промыть керосином и залить свежую смазку в) Заменить вкладыши г) Отрегулировать натяжку, оставив между цапфой вала и подшипниками зазор в 0,001 диаметра вала д) Ликвидировать причину утечки и налить масла до установленного уровня е) Освободить застрявшее кольцо или поставить новое, исправное ж) Выверить подшипники и поставить их в нормальное положение з) Устранить причину перегрузки и эксплуатировать машину согласно технической характеристике

Признаки неисправности	Возможные причины	Меры устранения
2. Подшипники сильно дребезжат	Недостаточная затяжка болтов, которыми крепятся подшипники	Затянуть болты
3. Зубчатая передача издает сильный стук	Ослабление шпонок	Затянуть шпонки
4. Неравномерный износ зубчатых колес	Перекос валов, в результате которого зубчатые колеса работают одной стороной	Выверить валы и установить их строго горизонтально (по уровню) и параллельно друг другу
5. Масло вытекает из ванны, зубчатой передачи	Трещина в сварном шве кожуха, плохое закрытие маслоспускного отверстия, недостаточное уплотнение в разьемах	Заварить или запаять трещину в кожухе, плотно пригнать пробку к спусковому отверстию, поставить хорошее уплотнение
6. Быстрое изнашивание резиновых колец на пальцах эластичной муфты	Значительное несовпадение осей вала мотора и приводного (моторного) вала подъемной машины	Установить мотор так, чтобы валы были точно центрированы
7. Сильный нагрев тормозной шайбы рабочего тормоза, установленный на промежуточном валу	Машинист производит длительное торможение, не выключая электродвигателя	Проинструктировать машиниста о правильном режиме управления машиной в период останова
8. Быстрый износ тормозных колодок	а) Машинист производит длительное торможение, не выключая двигателя б) Применение для колодок мягкой породы дерева	а) Проинструктировать машиниста о правильном управлении машиной б) Поставить новые колодки из твердой породы дерева
9. Резкие толчки при нажатии рабочего тормоза	Неисправность регулятора давления	Исправить регулятор давления
10. Неравномерный пуск машины и неравномерное изменение пусковой силы тока	Неправильный подбор ступеней металлического реостата	Перераспределить соответственным образом ступени реостата

Признаки неисправности	Возможные причины	Меры устранения
11. То же при жидкостном реостате	а) Обгорание электродов б) Разъедание электродов вследствие попеременного смазывания их поверхности электролитом в) Загрязнение электродов г) Изменение концентрации электролита	а) Заменить электроды или наварить обгоревшие концы б) Заменить электроды, а также применять для электролита воду с отсутствием кислот в) Регулярно производить очистку электродов и применять для электролита воду с небольшой жесткостью г) Необходимо своевременно заменять электролит
12. Повышение температуры жидкостного реостата выше установленного предела	Перегрев электролита	Применить водяное охлаждение электролита
13. Падение уровня электролита	а) Утечки электролита через неплотности б) Испарение электролита	а) Ликвидировать утечки б) Своевременно пополнять электролит

Мероприятия при остановке подъемной машины на длительный срок

При остановке подъема на длительный срок необходимо провести следующие мероприятия:

- 1) подъемные сосуды установить посредине ствола шахты друг против друга (в уравновешенном положении);
- 2) подъемную машину затормозить рабочим и предохранительным тормозами;
- 3) барабаны машины закрепить при помощи стопорного устройства;
- 4) выключить рубильник мотора компрессора;
- 5) выключить рубильник контакторной панели (магнитной станции);
- 6) сообщить на подстанцию о снятии напряжения с фидера подъемной машины.

В случае остановки подъема на очень продолжительное время необходимо принять предохранительные меры против отсырения изоляций электрических машин. Для этого под указанными машинами необходимо установить электрические грелки. От высокой температуры грелок моторы следует защищать листами асбеста.

§ 55. ПЛАНОВЫЙ ОСМОТР И РЕМОНТ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ. РЕВИЗИЯ ПОДЪЕМА

Плановый осмотр и ремонт подъемной установки преследует цель своевременно выявлять и ликвидировать неисправности оборудования. Этим создается более надежная и безопасная работа

подъема, а также предупреждаются аварии. В отличие от ремонта, проводимого только при поломках оборудования, плановый ремонт производится предварительно по точно установленному графику. Этот график осмотра и ремонта подъемной установки составляется главным механиком шахты и утверждается главным инженером шахты.

В предыдущих разделах нами были рассмотрены сроки осмотра всех элементов подъемной установки (канатов, подъемных сосудов, направляющих шкивов и подъемной машины) в соответствии с требованиями «Правил безопасности». Для установления сроков ремонта каждой части должны быть учтены: состояние подъемной установки, условия ее работы, а также указания заводов-изготовителей. Ремонты различаются: текущий, средний и капитальный.

При текущем ремонте производится наружный осмотр и чистка частей подъемной установки, смена смазки, ремонт и замена мелких деталей. Текущий ремонт производят в выходной день; по своему характеру и объему работы текущий ремонт не должен выходить за пределы выходного дня.

При среднем ремонте, помимо работ текущего ремонта, производят осмотр, разборку и чистку станка управления, тормозов и т. д. Такой осмотр и ремонт подъемной установки проводятся через каждые 6 месяцев и приурочиваются к октябрьским и майским праздникам. В процессе среднего ремонта выявляется степень изношенности отдельных деталей установки для их замены при капитальном ремонте.

Во время капитального ремонта выполняется полный объем среднего ремонта и, кроме того, производится детальный осмотр установки с полной разборкой всей машины, а также замена всех износившихся частей вплоть до замены, если необходимо, коренного вала машины.

Для каждой подъемной машины необходимо иметь в резерве совершенно исправные: комплект тормозных колодок, вкладыши подшипников (полный комплект), комплект быстро изнашивающихся запасных частей к аппаратам управления и защиты, мотор компрессора, тормозного устройства, секции обмотки подъемного двигателя. Кроме того, желательно иметь запасной подъемный двигатель на несколько однотипных электрических подъемных машин.

Для работы по ремонту подъемной установки следует привлекать наиболее квалифицированных рабочих.

К среднему и капитальному ремонтам нужно заранее подготовить материалы, требуемые части и инструмент. Главный механик шахты должен предварительно проинструктировать монтера и слесарей о характере и порядке проведения ремонта.

График планового осмотра и ремонта должен точно выполняться. Выполнение ремонта по графику необходимо проверять главному механику шахты и регистрировать в журнале.

Подъемную установку периодически следует подвергать ревизии для выяснения ее состояния и работы.

По «Правилам безопасности» (§ 166) не реже одного раза в 2 года каждая подъемная установка, служащая для спуска

подъема людей, должна быть подвергнута проверке главным механиком треста или его заместителем с участием государственного горнотехнического инспектора и с привлечением специалистов по подъемным установкам от соответствующих организаций.

В программу работы этой комиссии, помимо опробования функций машины в соответствии с предыдущим § 163¹, входит:

1) проверка состояния подъемных сосудов, проводников в стволе шахты, парашютов, прицепных устройств, канатов, направляющих шкивов, копра и подъемных машин;

2) ознакомление с записями в книгах по надзору за подъемными установками;

3) проверка коммутационной схемы машины;

4) проверка технического состояния и правильности регулирования всей предохранительной, регулирующей и регистрирующей аппаратуры;

5) изучение режима работы подъемной установки, проверка его с точки зрения допускаемой нагрузки машин и соответствия нормам;

6) проверочный подсчет тормозного момента, развиваемого рабочим и предохранительным тормозами, определение средних замедлений, получаемых при предохранительном торможении, выявление характеристик работы тормоза;

7) проверка обслуживающего персонала с точки зрения знаний свойств обслуживаемой им машины, назначения отдельных наиболее ответственных аппаратов и признаков их неисправности;

8) результат проверки подъемной установки фиксируется актом.

В акте должны отмечаться обнаруженные неисправности и указываться пути и срок их устранения.

§ 56. СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Смазка трущихся во время работы поверхностей подъемной установки, во-первых, уменьшает затрату энергии на преодоление вредных сопротивлений от трения, а, во-вторых, предохраняет самое оборудование от преждевременного износа.

Смазочные материалы должны обладать следующими качествами: 1) достаточной маслянистостью и смазывающим свойством; 2) вязкостью; 3) отсутствием вредных примесей, в виде свободной кислоты, щелочи, смолы и воды; 4) отсутствием осадков во время работы.

Смазочные материалы должны соответствовать требуемым условиям работы (скорости, давлению, температуре вспышки, температуре замерзания и т. д.).

Для подбора типа и марки смазочного материала необходимо учитывать условия ее работы и характеристику самой смазки. Так например, для смазки цилиндра компрессора необходимо применять специальное компрессорное масло, имеющее высокую температуру вспышки, которая предохраняет компрессор от взрыва и т. п.

В табл. 15 приводятся наименования и марки смазочных материалов, применяемых для подъемной установки.

¹ § 163 «Правил безопасности» был рассмотрен в шестимесячном осмотре и ремонте подъемной машины.

Таблица 15

Смазочные материалы, применяемые для подъемной установки

Место применения смазки	Наименование и марка смазки
Подшипники электрических машин (моторов или генераторов)	Масло Вольта
Подшипники зубчатой передачи	Машинное масло Т
Зубчатая передача, погруженная в масляную ванну, и подшипники, работающие со средней скоростью вращения	Машинное масло 2
Подшипники рычагов стойки управления, подшипники и шарниры тормозного устройства, зубчатая передача от коренного вала к индикатору глубины, а также для заполнения масленок Штауфера	Тавот
Цилиндры компрессоров и цилиндры тормозов . . .	Компрессорное масло
Заливка электроаппаратов (линейного масляного выключателя, трансформатора, масляного реверсора и т. п.)	Трансформаторное масло
Канаты	Канатная мазь

Смазочные материалы необходимо хранить в металлической или стеклянной закупоренной посуде.

В здании подъемной машины, в специально оборудованном месте, должны быть всегда в наличии необходимые смазочные материалы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Кому поручается надзор за подъемной установкой и кто является ответственным за ее эксплуатацию?
2. Как производится приемка, хранение, запяцовка, уход и надзор за канатами?
3. В каких случаях канат должен быть снят и заменен новым?
4. Как производится навеска, смена и регулирование канатов при подъемных машинах с различными органами навивки?
5. В чем заключается надзор за подъемными сосудами?
6. Как производится осмотр, ремонт и испытание парашютов?
7. В чем заключается надзор за направляющими шкивами и копрами?
8. Каким требованиям должно удовлетворять здание подъемной машины и как располагается в нем оборудование?
9. Как устраиваются фундаменты для подъемных машин?
10. Как производится монтаж подъемной машины и сдача ее в эксплуатацию?
11. В чем заключаются обязанности машиниста подъемной машины и предъявляемые к нему требования?
12. Что должны делать машинисты при сдаче и приемке смены и как производится подготовка машины к работе?
13. Как должен машинист управлять подъемной машиной и в чем заключается уход за машиной во время ее работы?
14. Что должен делать машинист в аварийных случаях?
15. В чем состоит еженедельный осмотр и уход за подъемной машиной?
16. В чем состоит текущий ремонт подъемной машины и какие мероприятия по уходу за машиной проводятся по мере надобности?
17. В чем состоит осмотр и ремонт подъемной машины, проводимый через каждые 6 месяцев?
18. Какие мероприятия необходимо провести при остановке подъемной машины на длительный срок?
19. Как проводится плановый осмотр и ремонт подъемной установки?
20. Какие смазочные масла применяются в подъемной установке?

КНИГА УЧЕТА КАНАТОВ

Приложение 1

Приход					Расход					
Дата	Поставщик канатов	№ документа	Заводской № и характерист. каната	Примечание о состоянии канатов	Дата	Поставщик каната	№ документа	Заводской № и характерист. каната	Кому выдан	Расписка в получении
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Приложение 2

К Н И Г А № 1

ДЛЯ ЗАПИСИ ЕЖЕДНЕВНЫХ ОСМОТРОВ

ДЕТАЛЕЙ ПОДЪЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ

Подъем _____
 Шахта _____
 Трест _____

Начата _____
 Окончена _____

Инструкция к заполнению книги ежедневных осмотров деталей подъемного сооружения

В эту книгу записываются замеченные при ежедневных осмотрах повреждения подъемных канатов, органов навивки и направления канатов, клетей, направляющих и пр. Левые страницы книги предназначены для записей повреждений каната, правые — для отметки обнаруженных неисправностей других деталей подъема. На правой странице отмечается только факт обнаружения неисправности, характер же неисправности записывается в книге № 3.

Порядок записей в графах данной книги следующий. Левая сторона:

Графа 1. Число, месяц и год осмотра.

Графы 2 и 6. Общее число обрывов проволок по всей длине каната.

Графы 3 и 7. Число обрывов проволок на одном шаге каната в наиболее поврежденном месте.

Примечание. В графах 2 и 3 один раз в месяц по числам месячных осмотров канатов проставляются фактические данные месячных осмотров соответственно из граф 3 и 4 книги № 2 (приложение 3). Эта запись отделяется чертой от предыдущих. Дальнейшие записи ведутся от перенесенных из книги № 2.

Графы 4 и 8. Расстояние наиболее поврежденного места каната от конца каната у клетки.

Примечание. Записи производятся ежедневно.

Графы 5 и 9. Подпись лица, производившего осмотр.

Графа 10. Подпись механика шахты.

Правая сторона:

Графа 1. Число, месяц и год.

Графы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11. В соответственной графе отмечается обнаружение неисправности детали.

Левая сторона

Число, месяц и год	Левый канат				Правый канат				
	Общее число обрывов проволок	Число обрывов на одном шаге каната в наиболее поврежденном месте	Расстояние наиболее поврежденного места от конца каната у клетки	Подпись лица, производившего осмотр	Общее число обрывов проволок	Число обрывов на одном шаге каната в наиболее поврежденном месте	Расстояние наиболее поврежденного места от конца каната у клетки	Подпись лица, производившего осмотр	Подпись механика шахты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Правая сторона

Число, месяц и год	Прикрепление каната к клетке	Прикрепление каната к барабану	Барабаны	Направляющие шкивы	Оси шкивов	Подшипники осей направляющих шкивов	Клетки	Парашиюты	Тормоза	Направляющие (пропалыны)	Подпись производившего осмотр	Подпись механика шахты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Обнаруженные неисправности отмечаются словом «повреждено». Характер, причины и другие указания неисправности записываются в соответствующих графах книги № 3. Исправное состояние указанных в этих графах деталей обозначается словом «исправно». Если осматрщик не может определить истинного состояния какой-либо детали, то он в соответственной графе ставит знак вопроса (?), и механик шахты производит дополнительное обследование.

Графа 12. Подпись лица, производившего осмотр.

Графа 13. Подпись механика шахты.

Книга должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена печатью треста.

Лица, которым поручено заполнение книги, должны изучить настоящую инструкцию и об ознакомлении с инструкцией дать расписку по следующей форме:

Число, месяц и год	Фамилия, имя и отчество	Должность	Расписка в ознакомлении с инструкцией

Приложение 3

К Н И Г А № 2

ДЛЯ ЗАПИСИ ЕЖЕМЕСЯЧНЫХ ОСМОТРОВ

КАНАТОВ, О НАВЕСКЕ, ИСПЫТАНИИ

И СНЯТИИ ИХ

Подъем _____

Шахта _____

Трест _____

Начата _____

Окончена _____

Инструкция к заполнению книги ежемесячных осмотров канатов, о навеске, испытании и снятии их

В этой книге записываются все данные о канате, которые могут характеризовать его работоспособность в условиях данного подъема.

Порядок записи в графах данного журнала следующий:

Графа 1. Число, месяц и год.

●

1.

у клетки.

ностью до 0,1 мм.

женное в метрах.

Графа 7. Подпись главного механика шахты.

Графа 8. Краткие замечания главного инженера и его подпись. Книга имеет 24 листа для записей ежесменных осмотров канатов.

Книга двухстраничная — для левого и правого канатов.

Вслед за записью ежемесячных осмотров каната помещается пять страниц для записей о навеске и испытаниях каната. Левая «страница» служит для записи времени навески каната и времени его снятия. Правая страница — для записи копии свидетельства об испытании данного каната.

Книга должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена печатью
треста.

Лица, которым поручено заполнение книги, должны ознакомиться с настоящей инструкцией и дать расписку по следующей форме:

Левый канат

[illegible]

Правый канат

Число, месяц и год	Общее число обрывов	Число обрывов на одном шаге свивки каната в наиболее поврежденном месте	Расстояние наиболее поврежденного места от конца каната у клетки	Диаметр каната	Расстояние замеренного каната от конца его у клетки	Подпись главного механика шахты	Замечания и подпись главного инженера шахты
1	2	3	4	5	6	7	8

Навеска каната

№ п/п	Наименование	Содержание
1	Время получения каната	
2	Время навески	
3	Срок хранения	
4	Где и как хранился канат до навески	
5	Завод-изготовитель каната	
6	Заводской номер каната	
7	Обстоятельства, сопровождающие навеску	
8	Куда канат навешан (правый, левый барабан)	

Механик шахты:

Главный инженер шахты:

Левая сторона

Снятие каната

№ п/п	Наименование	Содержание
1	Время снятия каната	—
2	Причина снятия каната	—
3	Примечание	—

Механик шахты:

Главный инженер шахты:

Запись копии свидетельства за № _____ от « _____ » _____ 194 г.

Правая сторона

Испытание каната

№ пор.	Наименование	Содержание
1	Назначение каната	
2	Диаметр каната в мм	
3	Число прядей в канате	
4	Величина шага свивки в мм	
5	Число проволок в канате	
6	Средний диаметр проволоки в мм	
7	Группа марки по ОСТ	
8	Свивка каната	
9	Сопротивление проволок разрыву от . . . до . . . среднее кг/мм ²	
10	Сумма разрывных усилий всех проволок в кг	
11	Площадь поперечного сечения всех проволок в мм ²	
12	Временное сопротивление материала проволок разрыву в кг/мм ²	
13	Число изгибов проволок от . . . до . . . , допускаемое	
14	Число проволок, не выдержавших испытания на изгиб	
15	Число проволок, не отвечающих нормам на разрыв	
16	Общий процент проволок, не выдержавших испытания на изгиб	
17	Принято к расчету проволок (только при повторных испытаниях)	
18	Сумма их разрывного сопротивления в г	
19	Вес 1 пог. м каната в кг	
20	Особые замечания об испытанном образце каната	

Испытание производил лаборант
Заведующий канатно-испытательной станцией

Число, месяц и год	Фамилия, имя и отчество	Должность	Расписка в ознакомлении с инструкцией

Приложение 4

К Н И Г А № 3 ДЛЯ ЗАПИСИ ПОВРЕЖДЕНИЙ, ОБНАРУЖЕННЫХ НА ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКЕ, И МЕР, ПРИНЯТЫХ К ИХ УСТРАНЕНИЮ	
Подъем	_____
Шахта	_____
Трест	_____
Начата	_____
Окончена	_____

Инструкция к заполнению книги обнаруженных повреждений подъемной установки

В эту книгу записываются все повреждения, происшедшие на подъемной установке, кроме обрывов проволок в канатах, и меры, принятые к их устранению. Для записи же количества обрывов проволок в канатах существуют специальные книги (см. формы на стр. 236).

Порядок заполнения граф следующий:

Графа 1. Порядковый номер обнаруженного повреждения.

Графа 2. Год, месяц и число обнаружения повреждения.

Графа 3. В этой графе точно указывается смена и час обнаружения повреждения.

Графа 4. Сюда заносятся все повреждения (независимо от их характера и последствий), например повреждения подъемных двигателей, тормозной системы, предохранительных устройств, паропроводов, электропроводов, расхождения проводников, перекашивание клетки, случаи экстренных напряжений в канате и др.

Графа 5. Причины обнаруженных повреждений должны быть выяснены на месте главным механиком шахты. Для выяснения повреждения главным механиком должен быть использован штат работников, имеющихся в его распоряжении; однако ни в коем случае не допускается передоверять это другим лицам без непосредственного участия главного механика шахты.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Проф. В. Б. Уманский, Болезни шахтных подъемных машин, 1937.
Инж. В. С. Тулин, Шахтная подъемная машина с асинхронным подъемным мотором, 1935.
Проф. Ф. Н. Шклярский, Схемы коммутаций, электрических подъемных машин, 1940.
А. Н. Карташев, Горная механика. Рудничные подъемные машины, 1937.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Акад. А. П. Герман и проф. Ф. Н. Шклярский, Рудничные подъемные установки, 1940.
Проф. А. С. Ильичев, Рудничные подъемные машины, 1933.
Проф. В. Б. Уманский, Болезни шахтных подъемных машин, 1937.
Проф. Ф. Шмидт, Основные положения подъемных машин, 1929.
Проф. Ф. Шмидт, Паровые подъемные машины, 1928.
Проф. Э. Ферстер, Электрические подъемные машины, 1931.
Проф. В. Филиппи, Электрические подъемные машины, 1929.
Проф. Ф. Н. Шклярский, Электрификация рудничного подъема, 1932.
А. Н. Карташев, Горная механика. Рудничные подъемные машины, 1937.
Инж. Р. Н. Хайжиков, Рудничные подъемные установки, 1939.
Инж. В. С. Тулин, Шахтная подъемная машина с асинхронным подъемным мотором, 1935.
Проф. А. М. Теряпков и доц. А. И. Милославов, Рудничный транспорт, 1932.
Инж. А. Н. Носов, Работа машиниста шахтного подъема, 1939.
Инж. С. А. Волотовский, Электрическое оборудование шахтных подъемных установок, 1933.
М. И. Слободкин и Г. В. Буханцев, Механизмы и оборудование комплекса шахтного подъема (теория, конструкция и расчет), 1935.
Инж. Я. В. Бровман, Надшахтные копры, 1931.
Инж. П. П. Пироцкий, Рудничная стволовая сигнализация, 1932.
Шахтострой, Типовое оборудование подъема и откатки для каменно-угольных шахт, 1936.
Проф. В. С. Наумов, Машиноведение, ч. I, 1930.
Наркомуголь СССР, Правила безопасности в каменноугольной и сланцевой промышленности, 1939.
Сталинский машиностроительный завод, Шахтные подъемные лебедки типа ПМ, 1939.
Наркомтоп, Главуголь Донбасса и Кавказа, Инструкция по эксплуатации стальных канатов в угольной промышленности, 1939.
Наркомтоп, ГГТИ, Инструкция по осмотру, ремонту и испытанию шахтных парашютов на деревянных и рельсовых проводниках, 1939.
Журналы: «Уголь», «Горный журнал» и «Инженерный работник» (статьи проф. Г. М. Елачина, проф. В. Б. Уманского и др.).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Общие сведения о рудничных подъемных установках	4
§ 1. Назначение рудничной подъемной установки	4
§ 2. Устройство и принцип работы подъемной установки	4
§ 3. Основные требования, предъявляемые к рудничным подъемным установкам	7
§ 4. Оборудование ствола шахты	7
Глава II. Типы подъемных сосудов и устройства для загрузки и разгрузки их	9
§ 5. Подъем в бадьях	9
§ 6. Подъем в обыкновенных клетях	11
§ 7. Подъем в опрокидных клетях	25
§ 8. Подъем в скипах	29
§ 9. Подъем одной клетью с противовесом	36
Глава III. Уравновешивание подъемной установки	39
§ 10. Общее понятие о статическом равновесии вращающейся системы	39
§ 11. Уравновешивание подъемной системы при помощи нижнего подвесного каната	40
§ 12. Уравновешивание подъемной системы при помощи применения барабанов переменного радиуса навивки	44
§ 13. Преимущества и недостатки уравновешенной системы подъема и область ее применения	45
Глава IV. Рудничные подъемные канаты	47
§ 14. Материал для изготовления и конструкции канатов	47
§ 15. Испытание канатов подъемных установок	55
§ 16. Расчет подъемных канатов	57
§ 17. Проверка запаса прочности каната после испытаний	62
Глава V. Направляющие шкивы и типы подъемных машин с различными органами навивки	64
§ 18. Направляющие шкивы	64
§ 19. Подъемные машины с цилиндрическими барабанами	66
§ 20. Подъемные машины с барабанами переменного радиуса навивки	74
§ 21. Подъемные машины с движущим шкивом трения (система Кепе)	80
§ 22. Подъемные машины с бобинами	85
§ 23. Определение основных размеров органов навивки и направляющих шкивов	87

Глава VI. Копры и расположение подъемной установки	92
24. Копры	92
25. Определение необходимой высоты копра	94
26. Углы отклонения каната на барабане и направляющем шкиве. Наименьшая допустимая длина струны каната	95
27. Расположение подъемной установки относительно ствола шахты	98
Глава VII. Механическое оборудование подъемной машины	100
28. зубчатая передача	100
29. Валы	101
30. Подшипники	101
31. Рама	102
32. Тормоза	102
33. Станок управления	116
Глава VIII. Двигатели подъемных машин	118
34. Режим работы и требования, предъявляемые к двигателю подъемной машины	118
35. Подъемные машины с паровым двигателем	119
36. Подъемные машины с асинхронным мотором	122
37. Подъемные машины с электрическим приводом системы Леонарда	125
38. Подъемные машины с электрическим приводом системы Ильгнера-Леонарда	129
Глава IX. Кинематика и динамика подъема. Мощность подъемного двигателя и расход энергии	132
39. Кинематика подъема	132
40. Динамика подъема	139
41. Мощность подъемного двигателя	144
42. Расход энергии и коэффициент полезного действия подъемной установки	147
Глава X. Аппаратура и схемы коммутаций электрических подъемных машин. Сигнализация	149
43. Аппаратура управления	149
44. Контрольная аппаратура	158
45. Предохранительная аппаратура	162
46. Схемы коммутаций (соединений) электрических подъемных машин	165
47. Сигнализация при шахтном подъеме	171
Глава XI. Классификация рудничных подъемных установок. Организация работы подъема и выявление резерва производительности подъемной установки	175
48. Классификация рудничных подъемных установок	175
49. Организация работы подъема и выявление резерва производительности подъемной установки	176
Глава XII. Монтаж, эксплуатация и ремонт рудничных подъемных установок	180
50. Общие указания	180
51. Эксплуатация подъемных канатов	183
52. Эксплуатация подъемных сосудов	199
53. Эксплуатация направляющих шкивов и надзор за копрами	205
54. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемной машины	206
55. Плановый осмотр и ремонт подъемной установки. Ревизия подъема	226
56. Смазочные материалы	228
	239

Приложение 1. Книга учета канатов	230
Приложение 2. Книга № 1 для записи ежедневных осмотров деталей подъемного сооружения	230
Приложение 3. Книга № 2 для записи ежемесячных осмотров канатов о навеске, испытаниях и снятии их	232
Приложение 4. Книга № 3 для записи повреждений, обнаруженных на подъемной установке, и мер, принятых к их устранению	235
Литература	237