

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС» В ГОРОДЕ
АЛМАЛЫК РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
КАФЕДРА «ГОРНОЕ ДЕЛО»**



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО ПРЕДМЕТУ**

«Шахтные подъемные установки»

(для студентов направления образования: специалитет
21.05.04 - «Горное дело», профиль: Горные машины и оборудование)

Алмалык-2025 г.

Составил:

Доктор технических наук, доцент Нутфуллоев Гафур Субхонович;
Кандидант технических наук, доцент Кахаров Сергей Каримович;
Доктор философии (PhD) по техническим наукам, и.о. доц Кобилев Шерали Боли
угли;

Учебно-методический комплекс предмету

Шахтные подъемные установки

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.12.2020 г. № 602 о.в.)

Составлен на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-16-9.PLX Горные машины и оборудование,
утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Учебно-методический комплекс одобрен на заседании кафедры

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Учебная программа	5
Рабочая учебная программа	9
Календарный план и выполнение учебных материалов	17
Рейтинговая таблица	20
Конспект лекций	22
Методические указания к лабораторным работам	122
Методические указания к практическим занятиям	159
Вопросы по дисциплины	179
Тесты по дисциплины	181
Варианты для итогового контроля	208

Введение

Предмет «Шахтные подъёмные установки» ставит своей целью изучение механического оборудования подъема, изучение конструкций рудничных канатов, тормозных систем, аппаратов контроля и защиты, коммуникаций и оборудования, необходимого для транспортирования горной массы на горнодобывающих производствах.

Дисциплина входит в учебные планы горных вузов и является одной из основных, формирующих специалистов горных предприятий, так как подъемные сосуды предназначены для транспортирования полезного ископаемого и вскрышных пород. В комплексе рассматриваются условия эксплуатации рудничных канатов, тормозных систем, оборудования воздушной и гидравлической систем.

К подъёмным установкам относятся также оборудование, запасные части и др.

Основание курса, изучающего «Шахтные подъёмные установки», принадлежит авторам Гришко А.П., Картавый Н.Г., Шелоганов В.И., Песвианидзе А.В. и является основным источником учебников для студентов.

- Основные эксплуатационные свойства шахтных подъемных установок;
- Основные тенденции развития шахтных подъемных установок в мире;
- Основы технического диагностирования и анализа состояния шахтных подъемных установок, узлов и деталей их;
- Основы планирования технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения работы парка шахтных подъемных установок;
- Основы смазки, доставки, монтажа и ремонта шахтных подъемных установок;
- Вопросы обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала.

Специалист должен уметь:

- Выбирать основное и вспомогательное оборудование шахтных подъемных установок;
- Определять эксплуатационные параметры шахтных подъемных установок;
- Выполнять расчеты по техническому обслуживанию, монтажу и ремонту шахтных подъемных установок;
- Определять режимные, силовые, энергетические и скоростные показатели шахтных подъемных установок;
- Организовать систему планово-предупредительного ремонта шахтных подъемных установок;

Дисциплина связана с курсами «Основы горного машиностроения», «Горные машины и комплексы», «Электроснабжение и электрооборудования горных предприятий», «Горная механика», «Технология ремонта горного оборудования» и является основой для изучения других дисциплин направления.

ВВЕДЕНИЕ

Современное горное предприятие представляет собой предприятие с высоким уровнем механизации.

Предмет «Шахтные подъёмные установки» ставит своей целью изучение механического оборудования подъема, конструкций рудничных канатов, механического оборудования рудничных подъемных установок, изучение тормозных систем, аппаратов контроля и защиты, коммуникаций и оборудования, необходимого для транспортирования горной массы на горнодобывающих производствах.

Дисциплина давно вошла в учебные планы горных вузов и является одним из основных курсов, формирующих специалистов горных предприятий. Подъемные сосуды предназначены для транспортирования полезного ископаемого и вскрышных пород, то есть основных грузов.

Основание курса, изучающего «Шахтные подъёмные установки», принадлежит авторам Гришко А.П., Картавый Н.Г., Шелоганов В.И., Песвианидзе А.В. и уже несколько лет является основным источником учебников для студентов.

Эффективная работа сложной горной техники во многом зависит от уровня теоретической и практической подготовки специалистов. Бакалавр по направлению 5310700 «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» должен знать:

- Основные эксплуатационные свойства шахтных подъемных установок;
- Основные тенденции развития шахтных подъемных установок в мире;
- Основы технического диагностирования и анализа состояния шахтных подъемных установок, узлов и деталей их;
- Основы планирования технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения работы парка шахтных подъемных установок;
- Основы смазки, доставки, монтажа и ремонта шахтных подъемных установок;
- Вопросы обеспечения безопасности работы обслуживающего персонала.

Специалист должен уметь:

- Выбирать основное и вспомогательное оборудование шахтных подъемных установок;
- Определять эксплуатационные параметры шахтных подъемных установок;
- Выполнять расчеты по техническому обслуживанию, монтажу и ремонту шахтных подъемных установок;
- Определять режимные, силовые, энергетические и скоростные показатели шахтных подъемных установок;
- Организовать систему планово-предупредительного ремонта шахтных подъемных установок;
- Выбрать методы диагностирования и оценки технического состояния шахтных подъемных установок.

Дисциплина связана с курсами «Основы горного машиностроения», «Горные машины и комплексы», «Электроснабжение и электрооборудования горных

предприятий», «Горная механика», «Технология ремонта горного оборудования» и является основой для изучения других дисциплин направления.

НОВЕЙШИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИЕ ПРЕДМЕТА

Главные концептуальные подходы к проектированию технологий обучения по учебному курсу «Шахтные подъемные установки» определяются исходя из цели, структуры, содержания и объёма учебной информации по дисциплине. Был осуществлён выбор способов и средств обучения, коммуникации, информации и управления в совокупности гарантирующих в заданных условиях и в установленное учебным планом время, достичь цели обучения, определённой государственным образовательным стандартом.

- Методы и техника обучения: дискуссия, кейс-стади, проблемный метод, обучающая игра, «Мозговой штурм», Инсерт, «Учимся вместе», Пинборд, лекция (с приглашением эксперта, конференция, вводная, тематическая, визуализации, с разбором конкретной ситуации, заключительная);

- Формы организации обучения: наряду с фронтальной – коллективная и групповая, основанные на диалоге и полилоге, общении, сотрудничестве и взаимном обучении;

- Средства обучения: наряду с традиционными средствами обучения (учебник, текст лекций, опорный конспект, кодоскоп) – графические органайзеры, компьютерные и информационные технологии;

- Способы коммуникации: непосредственное взаимодействие со студентами на основе оперативной связи;

- Способы и средства (информации) обратной связи: наблюдение, блиц-опрос, диагностика обучения на основе анализа результатов текущего, промежуточного и заключительного контроля;

- Способы и средства управления: планирование учебных занятий в виде технологических карт, определяющих этапы учебного занятия, совместные действия обучающего и обучающихся по достижению поставленной цели, контроль (текущий, промежуточный и итоговый) не только аудиторной работы, но и самостоятельной, внеаудиторной работы;

- Мониторинг и оценка: планомерное отслеживание результатов обучения как в процессе учебного занятия (оценка выполнения учебных заданий и тестов, рейтинговая оценка учебной деятельности обучающегося на каждом учебном занятии), так и на протяжении всего курса (оценка выполнения учебных заданий и тестов, рейтинговая оценка учебной деятельности обучающегося на каждом учебном занятии), так и на протяжении всего курса (оценка текущих, промежуточных и заключительных результатов на основе рейтинговой оценки каждого обучающегося).

ОТВЕДЕННЫЕ ЧАСЫ ДАННОЙ ДИСЦИПЛИНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

Всего для освоения дисциплины отведено 93 часа. Из них: 43 часа на самостоятельную работу. На аудиторные занятия: 30 часов лекционных, 12 часов практических и 8 часов лабораторных занятий.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Введение. Общие сведения о подъемных установках. (2 часа)

Содержание курса и его связь со смежными дисциплинами. Значение рудничных подъемных установок в общем комплексе операций на шахтах и рудниках. Современное состояние и задачи дальнейшего развития установки, выдвигаемые решениями правительства по комплексной механизации и автоматизации угольной промышленности. Классификация подъемных машин.

Механическое оборудование шахтных подъемных установок. Подъемные сосуды. (2 часа)

Подъемные сосуды. Клеть. Принципиальные схемы грузопотоков, характеристики неравномерности грузопотоков. Условия эксплуатации и общие требования к подъемным машинам. Понятие о подъемных сосудах. Классификация клеток и их назначение. Технические характеристики, конструктивные схемы неопрокидных и опрокидных клеток.

Подъемные сосуды. Скипы. Принципиальные схемы грузопотоков, характеристики неравномерности грузопотоков. Классификация скипов и их назначение. Конструктивные схемы, загрузка и разгрузка сосудов. Технические характеристики неопрокидных и опрокидных скипов. Загрузочные устройства и их конструктивные схемы, принципы работы. Подъемные сосуды облегченного веса. Комбинация подъемных сосудов (скипо-клетевой подъем).

Рудничные подъемные канаты (2 часа)

Рудничные подъемные канаты. Классификация и конструкция рудничных канатов (2 часов) Общая характеристика подъемного каната. Классификация канатов и их назначение, технические характеристики, и конструкции канатов.

Расчет канатов (2 часа). Расчет канатов, схемы к расчету, применение канатов постоянного сечения на глубоких шахтах. Испытание, проверка подъемных канатов, надзор и уход за канатами.

Навивка каната (2 часа)

Органы навивки каната. Общие сведения об органах навивки каната. Подъемные машины с цилиндрическими барабанами. Классификация барабанов. Конструкции, и основные схемы органов навивки подъемных машин и их назначение. Технические характеристики, требования к подъемным барабанам.

Расчет органов навивки барабана. Основные расчеты для определения соответствующих диаметров между барабаном и канатом. Соблюдение техники безопасности и условия эксплуатации при применении навивки кантов на барабане подъемных машин. Подъемные машины со шкивами трения. Конструкция и схемы подъемной установки со шкивом трения. Достоинства и недостатки одноканатных и многоканатных подъемных машин. Подъемные машины с переменным радиусом навивки. Направляющие и отклоняющие копровые шкивы.

Расположение подъемных машин у ствола шахты (2 часа)

Общее сведение о расположении подъемных машин. Схемы и расчеты к определению высоты копры и их нормативы. Выбор места расположения подъемной машины у ствола шахты и определение длины струны каната. Схемы расположения подъемных машин. Углы наклона струны каната к горизонту и углы отклонения.

Кинематика подъема с постоянным радиусом навивки (2 часа)

Общее сведение о кинематики. Основные исходные параметры для расчета кинематики подъема. Нормативные положения и практические установленные данные величины пауз. Определения продолжительности и скорость подъема. Диаграммы скорости при подъеме в неопрокидных клетях и основные расчеты.

Динамика подъемной установки с постоянным радиусом навивки (2 часа)

Основные уравнение динамики подъема и диаграммы движущих усилий. Схемы подъемной установки с хвостовым канатом. Основные параметры и расчеты. Системы без уравновешивающего подвесного каната, с равновесном хвостовым канатом и с тяжелым хвостовым канатом и их. диаграммы изменения статических усилий.

Степень статической неуравновешенности и мощность на валу органа навивки (2 часа)

Статически уравновешивание подъемных систем при проектирование. Диаграммы скорости, ускорений, движущих усилий и мощности на валу барабана при подъеме машиной оборудованной приводами системе Г-Д и с асинхронным двигателем.

Особенности подъемных систем со шкивами трения (2 часа)

Расчет подъемных установок со шкивами трения и проверка на условия не скольжения каната и режимы работы машины. Надежность сцепления каната с движущим шкивом. Схемы многоканатных подъемных установок. Коэффициент безопасности против скольжения каната. допустимое ускорение подъемной системы со шкивом трения. Графики изменения динамического коэффициента безопасности против скольжения.

Особенности подъемных систем на карьерах (2 часа)

Общие сведения, схемы, составные элементы и эксплуатационные особенности канатных подъемников. Схемы клетового и скипового карьерных подъемников. Достоинства и недостатки канатных подъемников на карьерах. Эксплуатационные параметры (угол наклона трассы, производительность, грузоподъемность, кинематический режим подъемной системы, мощность и к.п.д.) канатного подъемника. Классификация канатных подъемных установок и их назначение.

Особенности кинематики и динамики подъема при переменном радиусе навивки (2 часа)

принцип уравновешивания подъемных систем с помощью переменного радиуса навивки. Схемы навивки каната. Образование бицилиндрического барабана из теоретического профиля барабана с переменным радиусом навивки. Кинематика подъема. Исходные данные для проектирования диаграммы скорости и их диаграммы. Динамика подъема.

Определение мощности двигателя, расхода электроэнергии и К.П.Д. подъемной установки (2 часа)

Определение ориентировочной мощности двигателя. Выбор привода для подъемной машины и их схемы и эксплуатационные надежности. Расход электрической энергии и к.п.д. подъемной установки. Диаграммы мощности, к определению расхода электроэнергии подъемной установки.

Электрический привод шахтных подъемных машин (2 часа)

Основные требования предъявляемые к приводам подъемных машин. Асинхронный привод и их особенности применения в эксплуатации шахтных подъемных машин. Характеристики асинхронного двигателя. Основные принципы автоматического

пуска двигателя и их схемы. Способы управления машиной. Торможения асинхронного двигателя. Автоматизация периода дотяжки. Привод подъемных машин по системе генератор – двигатель. Принципиальные схемы управления и механические характеристики привода по системе Г – Д.

Тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля подъемных машин (2 часа)

Исполнительные органы тормозных устройств подъемных машин. Основные параметры и элементы тормозных устройств. Конструктивные схемы. Схемы пневматического привода тормоза и их принципы действия. Регулятор давления, гидравлический привод тормоза и маслосистема малых подъемных машин. Воздушная и гидравлическая система. Пульт управления машин.

Монтаж и эксплуатация шахтных подъемных установок (2 часа)

Монтаж подъемных машин. Типы зданий подъемных машин. Основные указания по эксплуатации. Уход за подъемной машиной. Обязательство машинистов подъемных машин при прием сдачи смены. Схемы смены подъемных канатов.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

- Расчёт производительности подъемной установки и выбор подъемного сосуда (2 часа)
- Выбор и расчёт стального каната и проверка её на безопасность (2 часа)
- Выбор и расчет подъемных машин
- Расположение подъемной машины относительно ствола шахты (2 часа)
- Выбор и расчет диаграммы скорости (2 часа)
- Расчет мощности и диаграммы потребления электроэнергии подъема (2 часа)
- Изучение конструкции подъемных установок (2 часа)
- Изучение конструкции сосудов и стальных канатов подъемных (2 часа)
- Изучение конструкции подъемных машин двумя барабанами и с шкивами трения (2 часа)
- Изучение редукторов и тормозных систем (2 часа)

ТЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ.

1. Проходческие бады.
2. Перегрузочные пункты и обустройство трассы подъема
3. Барабанные подъемные машины.
4. Шахтные парашюты.
5. Тормозные устройства подъемных машин.
6. Навеска, смена канатов, регулирование их длины.
7. Расположения подъемных машин относительно шахтного ствола.
8. Эксплуатационный расчет и выбор подъемных машин.
9. Расчет шахтной вспомогательный многоканатной подъемной установки.
10. Расчет карьерной наклонной скиповой подъемной установки.

11. Выбор и проверка канатов для конкретных условий эксплуатации П.У.
12. Конструктивные особенности шкивов трения.
13. Требования предъявляемые к Ш.П.У. при монтажных работах их на месте работ.
14. Конструктивные особенности подъемных сосудов для специфических условий эксплуатации подъемных установок.
15. Обслуживание и ремонт Ш.П.У.

Литература

1. Гришко А.П. Стационарные машины: Рудничные подъемные установки. учебник: - МГГУ. 2005-348с.
2. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. Учеб. пособие: - МГГУ. 2004-84с.

Дополнительные литературы

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бусагасида. Т.: 1997.
2. Каримов И.А. Баркамол авлод орзуси. Т.: «Шарк», 1999.
3. Каримов И.А. Ўзбекистон келажаги буюк давлат. Т.:1997 .
4. Каримов И.А. «Ўзбекистоннинг ўз истиқлол ва тараққиёт йўли. Т.: 1994 й.
5. Картавий Н.Г. «Стационарные машин» Москва Недра, 1981-242с.
6. Песвианидзе А.В. «Расчет шахтных подъемных установок» Высшее образование .1992-566с.
7. Хаджиков Р.Н.,Бутаков С.А «Горная механика» Москва, Недра. 1982-564с.
8. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М. Недра. 1986-384с.
9. Петухов А.И. и др. Горная механика Москва Недра 1965-334с.
10. Журналы («Горный вестник Узбекистана», «ГДТУ хабарлари», «Техника юлдузлари», «Горный журнал», «Горно-аналитический бюллетень», «Mining Journal», «Mining and Metallurgy», «Mining Technology»).

11. Сайтлар:

<http://www.msmu.ru/>, <http://msmu.ru/index.>, <mailto:abitur@msmu.ru>,
<http://www.biblus.ru/>, <http://www.rosugol.ru/>, <http://www.conveer.ru/>,
<http://library.stroit.ru/>, <http://www.ssgpo.kz/>, <http://www.ssgpo.kz/ssgpo/struct/mine>,
<http://www.nkmz.com/>, <http://www.ormetiz.ru/>, <http://gornoedelo.narod.ru/>,
<http://www.new-technologies.spb.ru/news/>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	
Лекция № 1 Общие сведения о шахтных подъемных установках.	
Лекция № 2. Подъемные сосуды. Клетки.	
Лекция № 3. Подъемные сосуды. Скипы.	
Лекция № 4. Рудничные подъемные канаты.	
Лекция № 5. Расчет канатов.	
Лекция № 6. Органы навивки каната.	
Лекция № 7. Расчет органов навивки барабана.	
Лекция № 8. Расположение подъемных машин у ствола шахты.	
Лекция № 9. Кинематика подъема с постоянным радиусом навивки.	
Лекция № 10. Динамика подъемной установки с постоянным радиусом навивки.	
Лекция № 11. Особенности подъемных систем со шкивами трения.	
Лекция № 12. Особенности подъемных систем на карьерах	
Лекция № 13. Особенности кинематики и динамики подъема при переменном радиусе навивки	
Лекция № 14. Определение мощности двигателя, расхода электроэнергии и К.П.Д. подъемной установки.	
Лекция № 15. Электрический привод шахтных подъемных машин.	
Лекция № 16. Тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля подъемных машин.	
Список литературы	

ВВЕДЕНИЕ

Разработка рудных месторождений началась в России с 1628 – 1630 гг., а угольных – с 1724 – 1725 гг. С указанного периода зародилась и рудничная подъемная установка, служащая средством для выдачи полезных ископаемых из шахты на поверхность.

Первые рудничные подъемные устройства представляли собой деревянный ворот с горизонтальным барабаном, приводимый в движение мускульной силой людей. С углублением шахт и увеличением добычи в подъемных устройствах стал применяться конный привод. На рубеже XVII – XVIII веков в качестве двигательной силы в подъемных установках начали использовать гидравлическую энергию воды.

Первая в России паровая подъемная машина мощностью 30 л. с была установлена в 1824 г., а с электрическим двигателем – в 1891 г. с появлением паровых двигателей рудничная подъемная машина подверглась коренному изменению, а с появлением электрического привода – дальнейшему усовершенствованию с повышением надежности и увеличением безопасности работы.

Однако отсутствие в дореволюционной России мощных электрических станций, а также развитой машиностроительной промышленности ограничивало применение на шахтах электрических подъемных машин.

Развитие индустриализации нашей страны за годы пятилеток обеспечило высокие темпы усовершенствования подъемных установок на рудниках. В настоящее время на заводах изготавливают мощные подъемные машины с цилиндрическими и бицилиндроконическими барабанами, многоканатные подъемные машины для подъема большегрузных сосудов (отб до 50 т0 с глубоких шахт (800-2000 м), мощность электропривода которых доходит до 7000 квт.

Приводы отечественных подъемных машин проектируют с учетом новейших достижений науки и техники. Применяются ртутные выпрямители с управляющей сеткой, системы генератор – двигатель с электромашинным автоматическим управлением, синхронные двигатели в системе гидроэлектропривода, мощные (до 2000 квт) автоматизированные асинхронные двигатели.

В развитии и совершенствовании отдельных механизмов подъемной машины, а также в разработке теоретических основ ее работы ведущее место принадлежит русским и советским ученым и инженерам: академикам М. М. Федорову и А. П. Герману, заслуженным деятелям науки и техники, проф. Ф. И. Шклярскому, Г. М. Еланчику, профессорам А. С. Ильичеву, В. Б. Уманскому, П. П. Нестерову, Л. Б. Давыдову, В. С. Тулину и др.

Лекция №1

Общие сведения о шахтных подъёмных установках.

План.

1. Общие сведения.
2. Общее устройство рудничных подъёмных установок.
3. Классификация рудничных подъёмных установок.

Цель: изучение основных элементов подъёмных машин их параметров и классификаций, ознакомление студентов со схемами подъёмных установок, типами подъёмных сосудов, органами навивки канатов применяемых в горной промышленности.

Общие сведения

Из всего горно-шахтного оборудования подъемные установки занимают особое место, так как являются основным видом транспорта, связывающим подземные выработки шахты с дневной поверхностью.

Шахтные подъемные установки предназначены для выдачи на поверхность добываемого полезного ископаемого и пустой породы, быстрого и безопасного спуска и подъема людей, транспортирования горно-шахтного оборудования и материала.

Первые рудничные подъемные устройства представляли собой деревянный ворот с горизонтальным барабаном, приводимый в движение мускульной силой людей. С углублением шахт и увеличением добычи в подъемных устройствах стал применяться конный привод. На рубеже XVII – XVIII веков в качестве двигательной силы в подъемных установках начали использовать гидравлическую энергию воды.

От надежной, бесперебойной работы шахтного подъема зависит ритмичная работа всей шахты в целом, поэтому к подъемным установкам предъявляют особые требования в отношении надежности и безопасности работы.

В настоящее время на заводах изготавливают мощные подъемные машины с цилиндрическими и бицилиндроконическими барабанами, многоканатные подъемные машины для подъема большегрузных сосудов (от 6 до 50 т) с глубоких шахт (800-2000 м), мощность электропривода которых доходит до 7000 квт. Приводы подъемных машин проектируют с учетом новейших достижений науки и техники. Отлично зарекомендовали себя ртутные выпрямители с управляющей сеткой, системы генератор – двигатель с электромашинным автоматическим управлением, синхронные двигатели в системе гидроэлектропривода, мощные (до 2000 квт) автоматизированные асинхронные двигатели.

В развитии и совершенствовании отдельных механизмов подъемной машины, а также в разработке теоретических основ ее работы ведущее место принадлежит ученым и инженерам: академиком М. М. Федорову и А. П. Герману, заслуженным деятелям науки и техники, профессорам Ф. И.

Шклярскому, Г. М. Еланчику, А. С. Ильичеву, В. Б. Уманскому, П. П. Нестерову, Л. Б. Давыдову, В. С. Тулину и др.

Общее устройство и классификация рудничных подъемных установок

Подъемная установка включает в себя комплекс подъемно-транспортного оборудования, состоящего из подъемной машины, подъемных канатов с подвесными сосудами, надшахтного копра с направляющими (копровыми) шкивами.

Основные элементы подъемной машины:

- а) органы навивки каната,
- б) привод,
- в) аппараты управления и защиты.

Принципиальная схема подъемной установки представлена на рис. 1.

Подъемные установки классифицируются по следующим признакам:

А. По назначению:

- 1) главные (для подъема полезного ископаемого);
- 2) вспомогательные – грузо-людские (для спуска и подъема людей, транспорта, материалов, оборудования, подъема породы и пр.);
- 3) вспомогательные – грузовые (породный скиповый подъем на угольных шахтах);
- 4) инспекторские (для внеочередных поездок в шахту ИТР, ревизий ствола и пр.);
- 5) проходческие, функционирующие при проходке и углубке стволов.

Б. По типу подъемных сосудов:

- 1) клетевые;
- 2) скиповые;
- 3) бадьевые.

В зависимости от способов разгрузки клетки и скипы могут быть опрокидные и неопрокидные. В зависимости от числа навешенных сосудов подъемные установки различают: двухклетевые, двухскиповые или одноклетевые, односкиповые с противовесом.

В. По типу органов навивки канатов:

- 1) с органами навивки постоянного радиуса: а) с одним или двумя цилиндрическими барабанами; б) с одноканатными или многоканатными шкивом трения;

- 2) с органами навивки переменного радиуса (с коническими барабанами, с бицилиндроконическими барабанами, с бобинами).

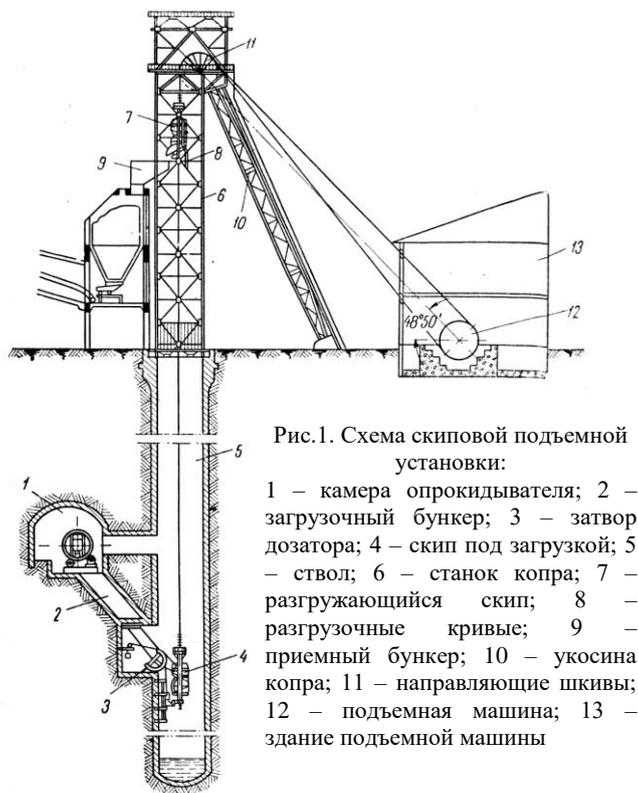


Рис.1. Схема скиповой подъемной установки:

1 – камера опрокидывателя; 2 – загрузочный бункер; 3 – затвор дозатора; 4 – скип под загрузкой; 5 – ствол; 6 – станок копра; 7 – разгружающийся скип; 8 – разгрузочные кривые; 9 – приемный бункер; 10 – укосина копра; 11 – направляющие шкивы; 12 – подъемная машина; 13 – здание подъемной машины

Г. По типу привода:

- 1) с асинхронным приводом;
- 2) с приводом по системе Г-Д;
- 3) с ионным приводом;
- 4) с гидроэлектроприводом;
- 5) с паровым приводом.

Д. По степени уравновешенности подъемной системы:

1) неуравновешенные (системы с органами навивки постоянного радиуса без подвешенного каната);

2) статически уравновешенные (системы с равновесным подвесным канатом при органах навивки постоянного радиуса, системы с органом навивки переменного радиуса).

Е. По наклону ствола: 1) вертикальные, 2) наклонные.

Контрольные вопросы:

1. Из чего состоит устройство рудничных подъемных установок.
2. Как классифицируется рудничных подъемных установок.
3. Из чего состоит основные элементы подъемной машины.
4. Типы подъемных сосудов.

Лекция № 2. Подъемные сосуды. Клетки.

План.

1. Подъемные сосуды.
2. Неопрокидываемые клетки.
3. Опрокидываемые клетки.

Цель: изучение подъемных сосудов, неопрокидываемых и опрокидываемых клеток, схем транспортирования вскрышных пород, схем неопрокидываемых клеток и опрокидываемых клеток, технических характеристик стандартных опрокидываемых клеток.

Подъемные сосуды.

Подъемные сосуды предназначены для транспортирования из шахты на поверхность полезного ископаемого и породы, для спуска и подъема людей, материалов и оборудования.

В зависимости от назначения подъемные сосуды разделяются на две группы:

1) для подъема только полезного ископаемого или породы – скипы различных конструкций;

2) для подъема грузов и людей – неопрокидываемые и опрокидываемые клетки.

К подъемным сосудам предъявляются следующие основные требования: безопасность перемещения грузов и в особенности людей; большая грузоподъемность при малом собственном весе; автоматичность загрузки и разгрузки; простота конструкции и надежность в работе.

В соответствии с этими требованиями разработаны различные типы и конструкции подъемных сосудов, рассматриваемые в настоящем курсе.

Неопрокидываемые клетки.

Неопрокидываемые клетки применяются для спуска и подъема людей, подъема полезного ископаемого, породы и транспортирования различных материалов оборудования.

Подъем полезного ископаемого и породы из шахты на поверхность производится в вагонетках, помещаемых в клетку.

Неопрокидываемые клетки можно классифицировать по следующим признакам: по числу этажей; по грузоподъемности и типу вагонетки; по способу загрузки и разгрузки (одно- и двухсторонняя загрузка и разгрузка вагонеток); по конструкции парашютных устройств; по конструкции и материалам изготовления (из товарной стали, из низколегированной стали, из дюралюминия и пластмасс).

Неопрокидываемая клетка представляет собой металлическую конструкцию (рис. 2), состоящую из горизонтальных поясов, покрытых стальными листами и связанных между собой вертикальными стойками из швеллеров.

Клеть перемещается в стволе шахты по деревянным или металлическим проводникам. Боковые стенки клетки обшиваются железом. По торцовым сторонам ее навешиваются двери, открывающиеся внутрь. Крыша клетки состоит из трех отдельных листовых перекрытий. Средняя часть неподвижна, а крайние части делаются откидными для пропускания длинных предметов: крепежных стоек, труб, рельсов и др.

Подъемный канат соединяется с клетью при помощи прицепного устройства, состоящего из несущего стержня, поддерживающих цепей и коуша. Подъемный канат огибает коуш, причем свободный конец каната туго прижимается к его рабочей ветви шестью-восемью хомутами (жимками), расположенными друг от друга на расстоянии 200—300 мм. Коуш соединяется с клетью асимметрично для того, чтобы разгрузить свободный конец каната и большую часть нагрузки передать на рабочую ветвь каната. В последних конструкциях клеток применяется симметричное соединение коуша с клетью, при котором устраняется проскальзывание петли каната в коуше при резких ударах в моменты прохождения клетью стыков проводников. В настоящее время внедряются прицепные устройства с клиновым коушем типа КРГ Кузбассшахтостроя, которые применяют на одноканатных подъемах.

В соответствии с ПБ прицепные устройства подлежат замене не реже одного раза в 5 лет.

В типовых неопрокидных клетях применяют стопорные устройства двух типов: с захватом за колеса при одностороннем движении вагонетки в клетке и с захватом за упор вагонетки при двухстороннем движении.

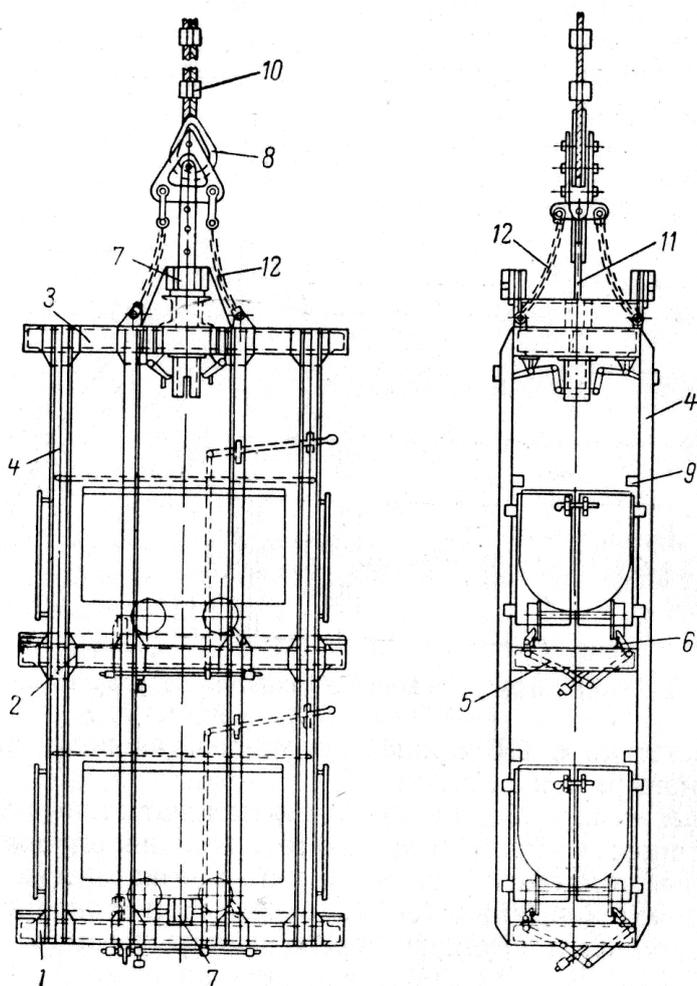


Рис. 2. Двухэтажная клеть для деревянных проводников: 1 – нижний пояс клетки; 2 – средний пояс; 3 – верхний пояс; 4 – вертикальные стойки; 5 – площадки клетки; 6 – рельсовый путь; 7 – направляющие лапы; 8 – коуш; 9 – поручни; 10 – жимки; 11 – стяжной несущий болт; 12 – предохранительные цепи

Управление первым типом стопорного устройства осуществляется вручную переводным рычагом, а вторым — автоматически.

В угольной промышленности многих стран мира подъемные установки оборудуются многоэтажными клетями. Их применение вызвано желанием увеличить грузоподъемность, но при этом много времени затрачивается на маневры, если загрузка и разгрузка всех этажей клетки производится с одной приемной площадки. Устраивать же число приемных площадок по числу этажей в клетки нецелесообразно, так как это усложняет поверхностные и в особенности подземные сооружения.

В СНГ грузоподъемность клетей достигается применением большегрузных вагонеток—от 1 до 10 *t*. Унифицированные одноэтажные клетки в угольной промышленности рассчитаны на 1-, 2- и 3-тонную вагонетку, а в связи с проектированием мощных шахт производительностью 3000—8000 *t* в сутки (в Донбассе) в одноэтажных клетях будут вмещаться 5- и 10-тонные вагонетки. Двухэтажные клетки рассчитаны на поднятие 1-, 2- и 3-тонной вагонетки в каждом этаже, а для новых шахт—на поднятие 5-тонной вагонетки в каждом этаже.

Для направления движения в стволе к горизонтальным поясам клетки прикреплены литые направляющие лапы, скользящие по проводникам. В последнее время вместо скользящих лап находят все большее применение роликовые направляющие устройства, которые представляют собой четыре ролика, футерованных резиной и прижимаемых к проводникам пружинами (по одному с боковых сторон проводника и два с лобовой стороны). Опыт эксплуатации роликовых направляющих на шахтах Кривбасса показал, что, помимо уменьшения их износа и износа проводников, смягчаются удары при прохождении стыков проводников. Эти роликовые направляющие позволяют совершать подъем с повышенной скоростью без усиления армировки ствола.

Проводники в стволе крепятся к расстрелам. Для каждой клетки применяется два проводника, расположенных с одной или с двух длинных сторон ее. Проводники применяются деревянные и металлические. Деревянные проводники изготавливаются из сосны, лиственницы (дуба) с предварительной пропиткой противогнилостным составом. Металлические проводники для стандартных подъемных сосудов обычно рельсовые (из рельс типа Р-38 и Р-43). Для большегрузных клетей с емкостью вагонетки 10 *t* и скипов грузоподъемностью 25 *t* и более применяются металлические проводники специального профиля — коробчатого типа.

В последние годы в горной промышленности за рубежом (особенно в Англии) широкое распространение получили канатные проводники, которые закрепляются на копре под направляющими шкивами. В зумпфе канатные проводники проходят через отверстия специальной мерной рамы и для их натяжения навешивают грузы. Направляющими для канатных проводников служат специальные муфты со сменными вкладышами из бронзы или дерева, прикрепляемые к поясам клетки.

При канатных проводниках упрощается армировка ствола, уменьшаются сопротивления движению сосудов и струи воздуха, что

приводит к повышению к. п. д. подъемной установки и к улучшению проветривания шахты. Плавное движение сосудов по канатным проводникам способствует движению с большой скоростью и продлению срока службы сосудов и головных канатов.

Вместе с тем канатные проводники имеют следующие недостатки: возможность боковых отклонений сосудов, вызывающих необходимость увеличения расстояний между сосудами и креплением ствола или располагать отбойные канаты*; необходимость замены проводникового каната при местном повреждении его; невозможность производить подъем опрокидными сосудами и одновременно с разных горизонтов; необходимость более прочной конструкции копра и сухого глубокого зумпфа; необходимость установки жестких проводников у приемных площадок и лап для них на клетях.

В соответствии с ПБ неопрокидные клетки должны оборудоваться парашютными устройствами, служащими для улавливания клетки в случае обрыва каната.

Опрокидные клетки применяются для подъема полезного ископаемого (породы) в глухих вагонетках с опораживанием их через верх при угле опрокидывания клетки на 135 – 1400.

Они также могут служить для выполнения вспомогательных операций – подъема и спуска людей, оборудования, материалов и т. п. Спуск и подъем людей в опрокидных клетях разрешается при движении в стволе.

Опрокидные клетки применяются на неглубоких шахтах с малой производительностью.

Опрокидная клеть (рис.3) состоит из двух основных элементов: вертикально перемещающейся по проводникам рамы, склепанной (или сваренной) из углового или швеллерного железа, и подвижной (опрокидывающейся) платформы, склепанной из углового железа и обшитой с двух сторон листовым железом. К раме присоединяется прицепное устройство, парашюты и крыша (зонт). На раме подвижной платформы установлены рельсовые пути для закатывания

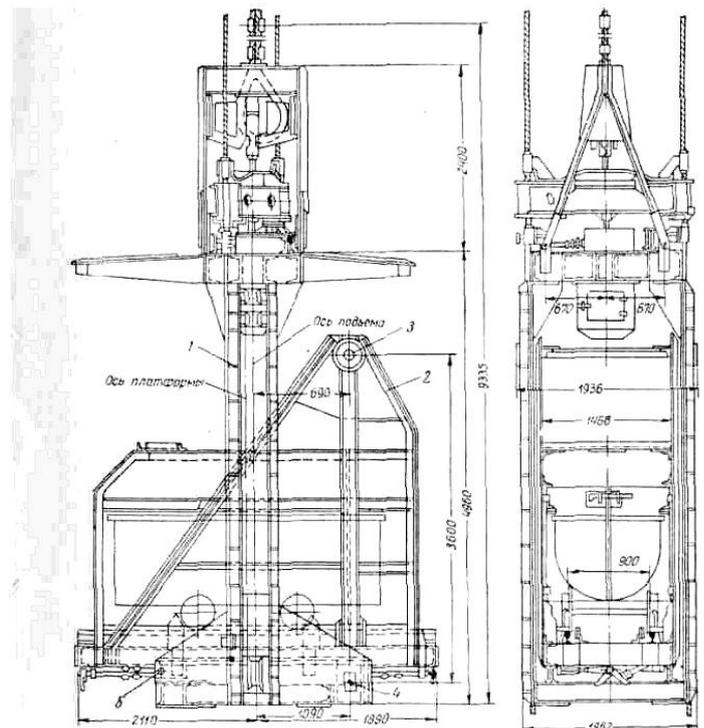


Рис. 3. Опрокидная клеть металлических проводников с канатными парашютами ПТК.

вагонетки и автоматически действующие захваты (стопоры), удерживающие вагонетку при движении клетки и во время опрокидывания платформы. В верхней части платформы закреплены два вращающихся ролика, служащие для опрокидывания платформы при разгрузке.

Рама клетки и подвижная платформа соединены осью, расположенной справа от центра тяжести клетки. Слева на раме закреплена неподвижная ось, образующая вторую опору. Эти опоры обеспечивают устойчивое положение платформы при движении клетки.

Клеть загружается на уровне околоствольного двора вручную, самокатом с уклона или при помощи толкателей, а разгружается автоматически на уровне 12—17 м выше нулевой площадки. Для этого в месте разгрузки на копре устанавливаются специальные разгрузочные кривые 5, в которые при подходе клетки к разгрузочному участку входят ролики 3.

В процессе разгрузки клетки рама ее 1 движется вертикально вверх по направляющим, а платформа и кузов клетки 2, вращаясь вокруг оси 4, отклоняются разгрузочными кривыми 5. Когда центр тяжести поворотной платформы переместится на вертикальную плоскость, проходящую через ось вращения 4 платформы, разгрузочные ролики 3 выйдут из соприкосновения с разгрузочными кривыми и опрокидывающаяся платформа опустится на опорные ролики 6, смонтированные у разгрузочных кривых.

По мере дальнейшего движения рамы клетки вверх, платформа перекачивается по опорным роликам до полной разгрузки вагонетки. В случае переподъема во избежание схода платформы с опорных роликов устанавливаются дополнительные разгрузочные кривые, куда попадают разгрузочные ролики и удерживают платформу от опрокидывания ее на 180°.

Технические характеристики стандартных опрокидных клеток для угольной промышленности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение типоразмера	Масса клетки без нижнего уравновешивающего каната, кг	Высота с прицепным устройством, мм	Полезная площадь пола, м ²	Путь разгрузки, мм	Ориентировочное расстояние между осями в стволе, мм	Транспортируемые вагонетки	
						типоразмер	Объем, м ³
1КШоп	5140	6690	2,0	4710	1700	ВШ-1 ВШ-2	1,1
2КШоп	7760	8428	4,0	5775	2140	ВШ-3 ВШ-4	2,2
3КШоп	9810	9335	4,8	6060	2250	ВШ-1 ВШ-2	3,3

Опрокидные клетки имеют следующие преимущества в сравнении с неопрокидными: автоматическая разгрузка клеток; простая поверхность благодаря отсутствию откатки полезного ископаемого в надшахтном здании; меньший парк вагонеток, так как на поверхности они не обращаются.

К недостаткам опрокидных клеток относятся: малая производительность подъема; сложность конструкции; большая масса клетки; большая высота и повышенная прочность копра; увеличение мощности двигателя вследствие

неуравновешенности мертвых весов клетей в начале и конце подъема и больших движущихся масс; необходимость в дополнительных маневрах и в специальных защитных устройствах при спуске и подъеме людей.

Длительный период эксплуатации опрокидных клетей на шахтах позволил выявить целый ряд существенных недостатков их работы и прийти к выводу, что во всех случаях, где это возможно, не проектировать опрокидные клетки для новых шахт и даже в качестве породных. При небольшом количестве породы целесообразно использовать для ее выдачи неопрокидные клетки с введением механизации обмена вагонеток и откатки на поверхности, а при наличии большого количества породы – проектировать односкиповой породный подъем с противовесом.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды подъёмных сосудов.
2. Требования, предъявляемые к эксплуатации подъемных сосудов.
3. Условия применения неопрокидных и опрокидных клетей.
3. Достоинства и недостатки неопрокидных клетей.
4. Достоинства и недостатки опрокидных клетей.

Лекция № 3

Подъемные сосуды. Скипы.

План.

1. Опрокидные скипы.
2. Неопрокидные скипы.
3. Загрузочные устройства.
4. Подъемные сосуды облегченного веса.
5. Скипо-клетевой подъем.

Цель: разъяснить студентам особенности конструкций опрокидных и неопрокидных скипов, ознакомить с технической характеристикой скипов с секторным затвором и большегрузных скипов, областью их применения, ознакомить с принципами работы загрузочного устройства, рассказать о скипо-клетевом подъеме.

Опрокидные скипы.

Опрокидные скипы применяют для транспортировки полезного ископаемого, а также для выдачи породы.

По форме кузова различают призматические, цилиндрические и бокалообразные опрокидные скипы.

Типовой опрокидной скип предназначен для транспортировки железной руды, движущейся по проводникам, и кузову. Рама склепывается из углового железа, к ней крепятся направляющие лапы и прицепное устройство.

В нижней части рамы, предусмотрены посадочные плиты, на которых укрепляется ось вращения и опорный вал. По бокам кузова установлены ролики, которые движутся в разгрузочных кривых при опрокидывании скипа. Кузов скипа склепывается из 6 – 15 мм листового железа и для жесткости конструкции укрепляется поперечными поясами из швеллеров или углового железа. Чтобы предупредить просыпание руды при загрузке скипа, верхняя часть кузова снабжается проушинами. Стенки и днище кузова футеруются по всему периметру сменными листами железа, скрепляемыми болтовыми соединением. В отдельных случаях днище кузова футеруется деревом, а передняя и задняя стенки – сменными железными листами. Сплошная металлическая футеровка удобна при замене и служит дольше, чем деревянная.

Скипы некоторых конструкции снабжаются автоматически действующими защелками, соединяющими раму с кузовом во время движения. Для загрузки скипов служит загрузочное устройство.

Скипы загружаются с подземного бункера, расположенного ниже околоствольного двора. Емкость бункера вычисляется из расчета одно-двухчасового запаса руды. Размерами бункера определяется расстояние, на которое скип опускается ниже околоствольного двора. Например в Кривбассе оно составляет 25 – 55 м для скипов грузоподъемностью 20 – 25 т при объеме руды в бункере 60 – 260 м³.

Скипы разгружаются в приемный бункер на высоте 15 – 40 м выше нулевой площадки. При разгрузке кузов скипа поворачивается относительно оси. Угол опрокидывания кузова обычно 135° . Чтобы предупредить опрокидывание кузова на 180° относительно рамы, разгрузочные кривые снабжают дополнительной кривой, куда попадают ролики скипа при переподъеме. Высота разгрузки скипов определяется технологической схемой дробильно-сортировочной фабрики.

Между внутренними размерами кузова скипа—размерами l в плане a и b и высотой H —устанавливается определенная зависимость, позволяющая получить максимальный коэффициент заполнения скипа рудой. Практикой проектирования опрокидных скипов в СНГ установлены следующие соотношения: $a:b:h=1:1,25:2,5$.

В угольной промышленности для подъема бурых углей и углей пластичными глинами применяется типовой опрокидной скип грузоподъемностью 2 т. Для подъема породы принимается такой же 2-тонный скип с двухсторонней загрузкой, а также опрокидной скип грузоподъемностью 5,3 т с односторонней загрузкой.

Для угольных шахт большой производительности нормативами по проектированию, типовыми породными скипами являются скипы грузоподъемностью: 5,3; 7,2; 10,6 и 15,9 т.

Опрокидные скипы имеют следующие достоинства:

- простота и надежность конструкции, позволяющая производить подъем кусковатых руд и пород с большим удельным весом;
- надежность в работе;
- небольшая масса (отношение мертвой массы к массе полезного груза составляет: $m_m/m=0,45-0,7$).

К недостаткам опрокидных скипов относятся:

- дополнительная нагрузка на копер при разгрузке вследствие большого угла опрокидывания;
- значительный путь разгрузки, что вызывает увеличение высоты копра и усложняет управление подъемным двигателем;
- неуравновешенность масс сосудов при разгрузке вследствие того, что в этот период значительная часть массы кузова передается с каната на разгрузочные кривые;
- дробление полезного ископаемого пылеобразование, ограничивающие их применение в угольной промышленности.

Недостатки опрокидных скипов особенно начинают сказываться при подъеме в большегрузных скипах грузоподъемностью 15 т и больше. Это обстоятельство вызвало необходимость замены в рудной промышленности опрокидных скипов скипами с разгрузкой через дно.

Неопрокидные скипы.

Неопрокидные скипы загружаются через верх, а разгружаются через дно или боковую стенку. Отдельные типы неопрокидных скипов имеют

различные конструктивные формы днищ и различные приспособления для их открывания.

Неопрокидные скипы бывает: с разгрузкой через нижнюю часть передней стенки, через дно с отклоняющимся кузовом и через дно с секторным затвором.

На рис. 4 показана схема разгрузки скипа с отклоняющимся кузовом. Кузов скипа 1 соединен с рамой 2 шарниром 3. Дно кузова 4 укреплено на шарнире 5 и опирается на ролик 6. Кузов имеет разгрузочные ролики 7.

При проходе к разгрузочному участку ролики заходят в разгрузочные кривые и отклоняют кузов скипа относительно рамы на 150; при этом дно открывается и полезное ископаемое разгружается в бункер.

К недостаткам этого типа скипов можно отнести: частичную

неуравновешенность мертвых весов в период движения в разгрузочных кривых, так как часть веса их кузова передается на кривые, расположенные в копре; большие усилия, которые передаются на разгрузочные кривые при отклонении груженого кузова.

Несмотря на указанные недостатки, этот тип скипов имел широкое применение на угольных шахтах и в настоящее время применен на нескольких реконструированных шахтах Кривбасса.

Стандартным типовым скипом для угольной промышленности является скип с донной разгрузкой с секторным затвором. Рама скипа жестко

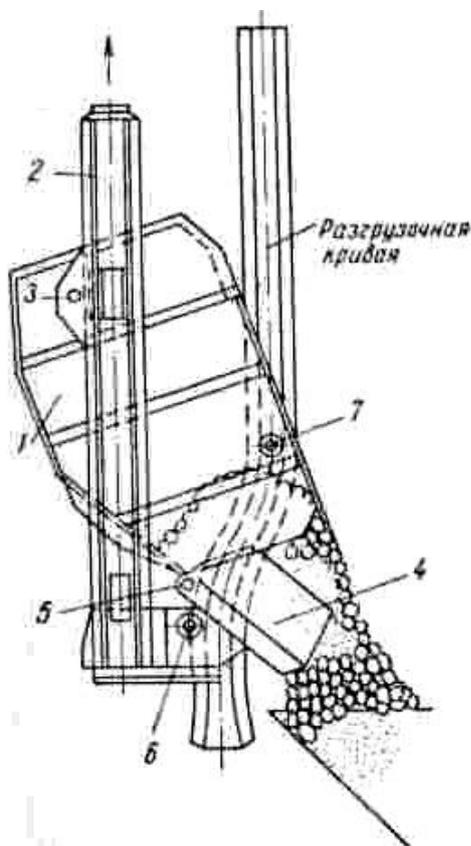


Рис.4 Схема разгрузки скипа с отклоняющимся кузовом

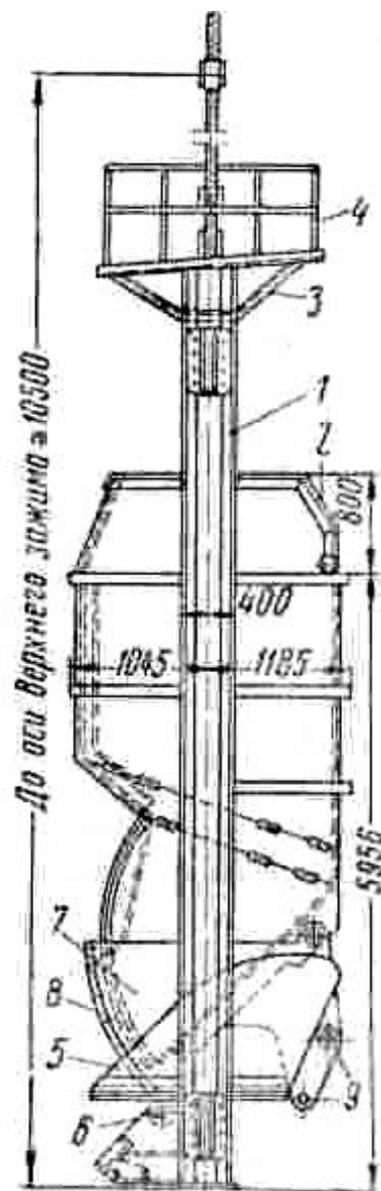


Рис.5 Неопрокидной скип с секторным затвором кузова

соединена с кузовом. К раме с помощью кронштейнов укреплен зонт (площадка для размещения обслуживающего персонала при осмотре ствола). Разгрузочное устройство представляет собой рештак, лежащий на опорных роликах с затвором, состоящим из щеки и заслонки.

Ролик, попадая в разгрузочные кривые, описывает траекторию, при которой ось вращения затвора поднимается вверх, рештак поворачивается на угол 45° и его днище становится продолжением скошенной стенки кузова скипа. Заслонка затвора, переместившись вверх, открывает отверстие в днище для высыпания угля.

К достоинствам скипов с секторным затвором (рис.5) относятся: уравновешенность в период разгрузки; отсутствие поворота кузова; зависимость пути разгрузки только от размеров затвора, что не ограничивает высоты скипов: меньшее дробление полезного ископаемого.

Недостатки этих скипов: большой вес, сложность конструкции; недостаточная эксплуатационная надежность работы затворов, могущих выходить из строя от ударов кусков загружаемого материала; незначительные размеры выпускного отверстия, что создает возможность застревания крупных кусков при разгрузке скипа.

Техническая характеристика скипов с секторным затвором приведена в табл.2.

Техническая характеристика скипов с секторным затвором

Таблица 2

Объем кузова, m^3	Масса поднимаемого груза, кг	Размеры скипа, мм			Высота прицепным устройством, мм	Масса скипа с зонтом и подвесным устройством, кг	Расстояние между проводниками, мм	Разгрузочный участок, м
		ширина передней стенки	глубина	высота от уровня посадки до выгрузки				
3,6	3000	1350	1700	3300	6470	2940	1420	2,3
4,7	4000	1590	1850	3700	7000	2480	1680	2,3
7,1	6000	1590	1850	4500	8570	4940	1680	1,87
7,6	6000	1770	2230	4000	8570	5380	1860	1,87
9,4	8000	1590	1850	5300	9520	5430	1680	1,87
10,6	9000	1770	2230	4970	9900	6160	1680	1,87
14,1	12000	1770	1130	5956	11000	6915	1860	1,87

Для многоканатных подъемных установок, предназначенных для глубоких шахт, разработаны конструкции большегрузных скипов (табл. 3).

Загрузочные устройства

Для загрузки скипов применяются загрузочные устройства, к которым предъявляются следующие требования:

равномерность и независимость работы подъемной установки от внутришахтного транспорта;

создание емкостных загрузочных резервов;

поддержание постоянства дозировки как средства повышения производительности подъема, предотвращения перегрузки двигателя и создания условий для полной автоматизации управления машиной;

автоматизация загрузки скипов при минимальном времени;
герметизация, предотвращающая попадание пыли в выработки, подающие свежий воздух.

Техническая характеристика большегрузных скипов

Таблица 3

тип скипа	Объем, м ³	Условная грузоподъемность, т	Конструктивный вес скипа с подвесным устройством, т	Ширина по роликам, мм	Высота с прицепным устройством, мм	Расстояние между проводниками, мм	Разгрузочный участок, м
12м	14,1	12	8,0	1980	12220	1860	1,87
15*	17,5	15	-	1980	10925	1680	1,87
15м	17,5	15	10	1980	13330	1860	1,87
20м	23,3	20	15	2450	14600	2330	1,87
25м	29,2	25	17	2450	15800	2330	1,87
30м	35	30	18	2450	16780	2330	1,87
40м	46,7	40	25	3400	16220	3200	1,87
50м	58,4	50	27	3400	17350	3200	1,87

Загрузочное устройство состоит из подземного бункера и дозатора.

Подземные бункера бывают:

1) малой емкости с дозировкой вагонетками;

2) большой емкости, при которых скип загружается из металлического желоба или дозатора емкостью, равной емкости скипа.

На рис.6 представлено типовое герметическое загрузочное устройство с дозировкой вагонетками. Вагонетка, поступающая на круговой опрокидыватель, разгружается в верхний металлический бункер 1, закрывающийся секторным затвором 2. Верхний бункер соединен с двумя дозаторами 3 (металлическими желобами для левого и правого скипов); емкость каждого из них равна емкости скипа и кратна емкости вагонетки. Дозаторы снабжены затворами барабанного типа 4, удерживаемыми в закрытом положении контргрузами.

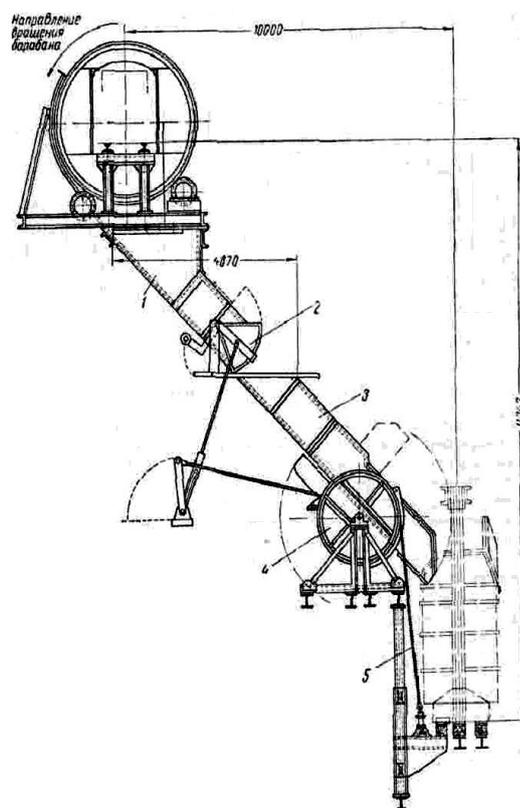


Рис.6. Загрузочное устройство скипов с дозировкой вагонетками

Опрокидыватель заблокирован таким образом, что бункер может загружаться только при закрытых затворах. Порожний скип, опускаясь под загрузку, садится на каретку, которая под действием веса скипа тягами 5 открывает барабанный затвор дозатора и скип загружается; при этом

* Для одноканатного подъема.

секторный затвор 2 верхнего бункера закрывается, чем предотвращается проникновение угольной пыли во время загрузки скипов в основные выработки.

В унифицированных загрузочных устройствах с дозировкой вагонетками барабанные затворы заменены секторными затворами по типу скиповых, что привело к более надежному их действию.

Уменьшение дробления угля при загрузке является существенным достоинством загрузочных устройств с бункером малой емкости. Однако для непрерывной работы подъема необходимо иметь большой резерв груженых вагонеток в околоствольном дворе, что ограничивает их применение на шахтах большой производительности.

На рис.7 показано самодозирующее загрузочное устройство с аккумулярующим бункером большой емкости.

К бетонному бункеру 1 крепятся два металлических рукава 2 (по типу дозаторов, но не рассчитанных на емкость скипа), закрываемые барабанными затворами 3. При подходе под загрузку скип нажатием на каретку 6, соединенную канатными тягами 4 с барабанными затворами, поворачивает затвор, который открывает выходное отверстие бункера. При этом желоб затвора ложится на опорные ролики скипа 5, уголь заполняет скип до уровня затвора, а образовавшаяся из угля «подушка» закупоривает отверстие загрузочного рукава. После подачи сигнала и движения скипа вверх затвор закрывается, а скип догружается углем, отсеченным затвором.

В рассматриваемом загрузочном устройстве происходит самодозирование угля без применения мерных дозаторов, а герметизация достигается оставлением слоя угля в бункере и загрузочных рукавах

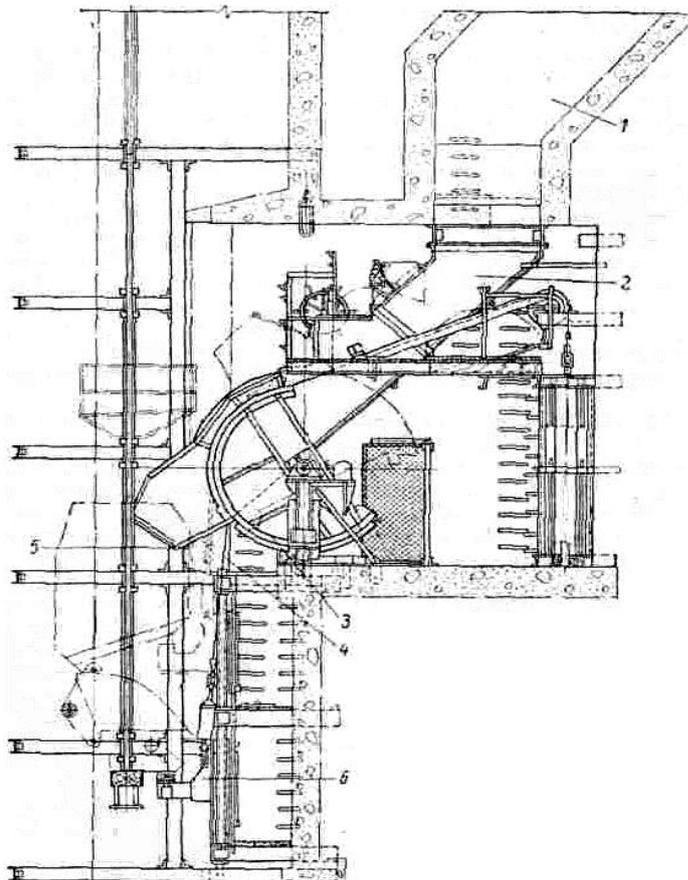


Рис. 7 Самодозирующее загрузочное устройство с аккумулярующим бункером большой емкости.

Подъемные сосуды облегченного веса.

Снижение массы подъемных сосудов и повышение их прочности можно осуществить за счет применения легированных сталей специальных марок, при этом масса клетей и скипов уменьшается на 30%, срок службы их увеличивается в несколько раз, но стоимость возрастает почти вдвое, на 100%.

В США и Канаде на некоторых шахтах с высокоагрессивными водами применяются клетки из нержавеющей стали с небольшой собственной массой и высокой коррозионной устойчивостью. Однако конструирование подъемных сосудов из специальных сталей на практике как в СНГ, так и в зарубежных странах встречает большие трудности из-за отсутствия в промышленности соответствующего профиля проката из легированных сталей.

На рудниках США, Франции, Канады и особенно на золотых рудниках Южной Африки, где глубина стволов достигает 2750 м, уже длительное время применяют подъемные сосуды из дюралюминия. При этом достигается снижение массы клеток на 40% и скипов до 50%. Внедрение облегченных скипов позволяет навесить более легкие канаты, снизить размеры машины и уменьшить мощность двигателя.

В Кривбассе на шахте им. Орджоникидзе длительное время работали дюралевые опрокидные скипы конструкции Гипрорудмаша, а также опрокидная клетка. Опытные образцы дюралевых клеток экспериментировались и в угольной промышленности. В данное время ведутся исследования в области применения полимерных материалов и пластмасс для изготовления прочных и легких подъемных сосудов.

Скипо-клетевой подъем.

В некоторых отраслях горной промышленности вместо двухклетевого или двухскипового подъема применяется скипо-клетевой подъем следующих комбинаций: 1) на одной ветви каната подвешена клетка, а на другой ветви— скип; 2) на каждой ветви каната навешены заключенные в одну раму скип и клетка; 3) скипы, работающие по подъему полезного ископаемого, к концу смены заменяются клетками для подъема и спуска людей и выполнения других вспомогательных операций. Первые две разновидности скипо-клетевых подъемных установок встречаются на отдельных шахтах Цветной промышленности и Подмосковского угольного бассейна.

Система подъема с заменой скипов клетками находит применение на шахтах Южной Африки, Англии и других зарубежных стран при недостаточном сечении ствола шахты и относительно глубоких горизонтах. Следует отметить, что операции по замене сосудов механизированы и на них затрачивается 7—10 мин.

На скипо-клетевых подъемных установках, применяемых в странах Европы, как правило, навешиваются сосуды облегченного веса.

При такой комбинации сосудов все операции по подъему производятся одной подъемной установкой, при этом обеспечивается относительно большая производительность, чем клетевым подъемом.

Контрольные вопросы.

1. Принцип работы опрокидных скипов.
2. Классификация опрокидных скипов.
2. Для чего предназначена опрокидная скипы.

2. Принцип работы и классификация неопрокидных скипов.
3. Условия применения загрузочных устройств.
4. Принцип действия скипо-клетевого подъёма.

Лекция № 4

Рудничные подъемные канаты.

План.

- 1.Классификация рудничных подъемных канатов.
- 2.Конструкция рудничных подъемных канатов.

Цель: изучение студентов типов и марок подъемных канатов, их классификации и области применения.

Классификация рудничных подъемных канатов.

В шахтном подъеме применяются проволочные канаты, изготовленные из стальной светлой или оцинкованной проволоки марки В (высшей марки) – для грузо-людских подъемов, а также марок I (первой марки) и II (второй марки) из проволок с пониженной вязкостью для грузовых подъемов.

Рудничные подъемные канаты изготавливают из проволок с высоким пределом прочности $(1275-2060) \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$.

Подъемные канаты классифицируются: по числу свивок, форме поперечного сечения каната, характеру взаимного касания проволок; форме поперечного сечения проволок и прядей, виду и направлению свивки прядей.

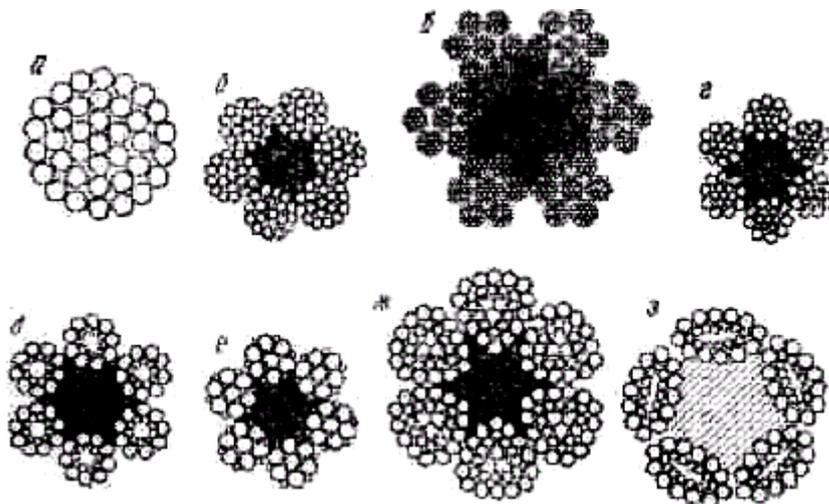


Рис. 8. Поперечное сечение круглых проволочных канатов:

a — одинарной свивки; *б* — двойной свивки; *в* — тройной свивки; *г, д, е* — канаты компаунд; *ж* — трехграннопрядные канаты; *з* — плоскопрядные канаты

Круглые стальные канаты разделяют на канаты одинарной, двойной и тройной свивки. Канаты одинарной или простой свивки, как правило, изготавливаются без сердечника. При этом вокруг одной центральной проволоки навивается несколько концентрических рядов (рис.8, *a*); такой канат получается жестким, подвержен раскручиванию при нагрузке и не может служить подъемным.

В канатах двойной свивки проволоки вначале свивают между собой в пряди (по типу канатов простой свивки), а затем пряди свивают вокруг пенькового сердечника в канат (рис. 8, *б*). Канаты двойной свивки являются подъемными. В канатах тройной свивки сначала пряди свивают в отдельные стренги (канаты), затем стренги вокруг сердечника в канат (рис.8, *в*). Канаты

тройной свивки применяются на мощных портовых кранах и других сооружениях.

Рассмотренные конструкции канатов относятся к канатам с точечным касанием проволок (ТК) в прядях, у которых проволоки одного слоя касаются проволок смежных слоев в одной точке.

Для повышения плотности каната, снижения контактных напряжений, а следовательно, увеличения срока их службы изготавливаются канаты с линейным ЛК и точечно-линейным касанием проволок в прядях ТЛК, у которых проволоки одного слоя благодаря наличию проволок заполнения касаются смежных слоев по всей длине пряди или чередуется точечное касание с линейным.

В зависимости от поперечного сечения проволок канаты изготавливаются из круглой и фасонной проволоки. Канаты, свитые из фасонной проволоки, имеют высокий коэффициент заполнения поперечного сечения металлом ($k_3=0,87\div 0,9$) и поэтому получили название канатов закрытой конструкции. По сравнению с канатами открытой конструкции с точным касанием проволок канаты из фасонных проволок имеют меньший диаметр и большее разрывное усилие. К преимуществу этих канатов следует отнести: нераскручиваемость, высокую износостойкость и коррозионную стойкость, а к недостаткам — их жесткость и высокую стоимость.

По форме поперечного сечения прядей канаты делятся на круглопрядные и фасоннопрядные. К фасоннопрядным относятся трехграннопрядные, плоскопрядные или овальнопрядные и др.

Проволоки фасоннопрядных канатов свиваются в пряди вокруг сердечника из мягких проволок сечением в виде треугольника или эллипса, а затем пряди в канат — вокруг органического сердечника.

Фасоннопрядные канаты обладают более высоким коэффициентом заполнения поперечного сечения металлом (отношения поперечного сечения всех проволок к сечению каната). Так, например, для круглопрядных канатов $k_3=0,47$, а для трехграннопрядных $k_3=0,61\div 0,62$. Эти канаты более сомкнуты, большим числом проволок касаются опорной поверхности барабана и поэтому их применения желательны на подъемных машинах со шкивом



Рис. 9. Подъемные канаты:

a — крестовой свивки; *b* — плоскопрядный канат односторонней свивки; *в* — трехграннопрядный канат; *г* — канат закрытой конструкции

трения для повышения передаваемого канату движущего усилия шкива, уменьшения удельного давления на футеровку и, следовательно, ее износа.

По виду свивки различают: канаты крестовой свивки (рис. 9, а), в которых свивка проволок в прядь и прядей в канат ведется в противоположных направлениях; канаты односторонней (параллельной) свивки (рис. 9, б), в которых проволоки в прядь и пряди в канат свиваются в одном направлении. В канатах односторонней свивки витки проволок по окружности получаются длиннее по сравнению с канатами крестовой свивки, чем достигается более плотное взаимное прилегание проволок и большая опорная поверхность. Канаты односторонней свивки эластичны, гибки и срок их службы в 1,5 раза продолжительней срока службы канатов крестовой свивки, однако свойство раскручивания канатов этой свивки затрудняет их навеску и смену.

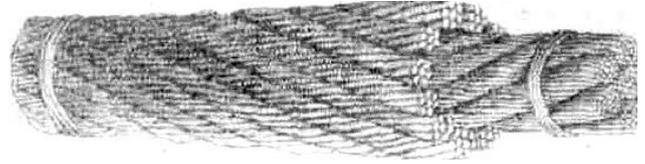


Рис. 10 Многослойный некрутящийся канат

Раскручивание канатов односторонней свивки может быть устранено или уменьшено, если свивать канат из проволок с предварительной деформацией. В нераскручивающихся канатах с предварительной деформацией проволок снимаются упругие напряжения от свивки, однако из-за сложности изготовления они широкого распространения не получили.

На проходческих бадьевых подъемах имеются участки движения бадьи без направляющих и поэтому обычные круглопрядные канаты здесь неприменимы. Свитые канаты из предварительно деформированных проволок или прядей не освобождают их от кручения, поэтому для проходческих бадьевых подъемов изготавливают некрутящиеся многослойные канаты (рис. 10), в которых каждый слой прядей свит в противоположном направлении.

Проволочные канаты классифицируются по числу прядей, изменяющемуся от 2 до 20.

Все перечисленные канаты могут быть правой свивки – пряди их поднимаются слева направо и левой – справа налево.

Пряди свиваются в канат вокруг органического сердечника, который изготавливается из длиноволокнистого материала – пеньки, манилы и сизаля. Сердечник тщательно пропитывается антикоррозийной и противогнилостной смазкой.

Для вертикального подъема на шахтах наибольшее распространение получили канаты двойной крестовой свивки конструкции $6 \times 19 + 1 \text{OC}$ и $6 \times 37 + 1 \text{OC}$ (первая цифра означает число прядей в



Рис. 11. Плоский канат

канате, вторая – число проволок в пряди, а буквы ОС – органический сердечник каната).

Плоский канат (рис. 11) составляется из 8 отдельных канатов-стренг. Каждая стренга состоит из четырех прядей, не туго свитых и скрученных в противоположные стороны, для того чтобы канат не раскручивался. Стренги сшиваются в канат мягкой проволокой (ушивальниками).

Плоские канаты имеют то преимущество, что не раскручиваются, но быстро выходят из строя по причине износа ушивальника. Кроме того, в процессе эксплуатации отдельные стренги вытягиваются больше других из-за неравномерного распределения нагрузки по ширине каната. Срок их службы примерно в 2 раза меньше срока службы круглых канатов.

Плоские канаты применяются при бобинном проходческом подъеме и в качестве подвесных канатов.

Контрольные вопросы.

1. Классификация рудничных подъемных канатов.
2. Конструкция рудничных подъемных канатов.
3. Виды свивки подъемных канатов.
4. Преимущества плоских канатов.

Лекция № 5

Расчёт канатов.

План.

1. Расчёт подъёмных канатов.
2. Применение канатов постоянного сечения на глубоких шахтах.
3. Испытание, проверка подъёмных канатов.

Цель: Изучение конструкций канатов постоянного сечения, условия их испытаний и проверки, а так же ознакомление с правилами надзора и ухода за ними.

Расчет подъёмных канатов.

Подъёмный канат, свитый из отдельных проволок, располагающихся под различными углами к его оси, представляет собой сложное для расчета упругое тело. Под действием нагрузки в канате, помимо статических растягивающих напряжений, возникают напряжения от изгиба, обуславливающиеся перегибами на барабане и направляющем шкиве, кручения, а в период неустановившегося движения (во время пуска и торможения) – динамические напряжения. Под действием динамической нагрузки в канате возникают поперечные и продольные колебания. Совпадение собственных колебаний с вынужденными, (что возможно при образовании эллипса на футеровке шкива или барабана) может вызвать в канате высокие напряжения, граничащие с пределом прочности.

Помимо возникающих колебаний в канате при нормальном режиме работы, возможны так называемые экстренные нагрузки – резкая посадка клетки на кулаки, резкое торможение, подъем при первоначально ненапрянутом канате, заклинивание клетки.

В отдельные моменты канат может испытывать экстренные напряжения от внезапно приложенной нагрузки, граничащей с явлением удара. В дополнение к столь сложным явлениям нагруженности каната в нем возникают напряжения при свивке проволок, которые называются остаточными. Последние трудно учитываются и еще в большей степени усложняют решение задачи расчета каната.

На протяжении многих лет ведутся исследования по установлению динамических напряжений в канате, возникающих при различных режимах нагруженности и движения. Ввиду того что динамическая теория расчета каната еще не полностью учитывает его упругие свойства, подъёмный канат приходится рассчитывать в соответствии с ПБ на статическую растягивающую нагрузку, а коэффициент запаса

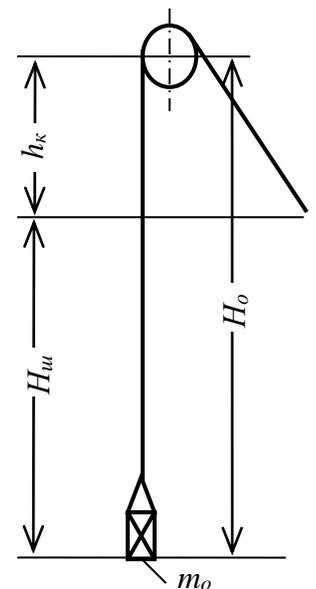


Рис. 12. Схема к расчету головного каната.

прочности принимать не только из условия истирания проволок и изнашиваемости каната, но и действия всех других напряжений.

Максимальная статическая растягивающая нагрузка в канате возникает в точке схода его с направляющего шкива при нижнем положении загруженного подъемного сосуда в стволе (рис. 12) от концевой груза и массы каната

$$(m_0 + pH_0)g, \quad n, \quad (1)$$

где m_0 - концевой груз, равный

$$m_0 = m_n + m_m, \quad \text{кг}, \quad (2)$$

m_n - масса полезного груза,

m_m - масса подъемного сосуда,

p - масса 1 м головного каната,

H_0 - максимальная длина отвеса каната:

для клетового подъема

$$H_0 = H_{\text{ш}} + h_k, \quad (3)$$

для скипового подъем

$$H_0 = H_{\text{ш}} + h_{\text{заг}} + h_k, \quad (4)$$

где $H_{\text{ш}}$ - глубина шахты;

h_k - высот копра;

$h_{\text{заг}}$ - высота опускания скипа ниже околостволного двора под загрузку.

Уравнение прочности каната с поперечным сечением всех проволок s :

$$(m_0 + pH_0)g = \sigma_B s, \quad (5)$$

где σ_B - предел прочности проволок при растяжении, н/м^2 .

Учитывая истирание и износ каната, а также динамические и другие напряжения, возникающие в канате, и трудности их учета при расчете напряжения от статической нагрузки принимается в n раз предела прочности

$$\sigma = \frac{\sigma_B}{n}, \quad (6)$$

где n – расчетный коэффициент запаса прочности подъемного каната.

По ПБ канаты шахтных подъемных установок всех систем должны иметь при навеске запас прочности не ниже:

9-кратного – для исключительно людского подъема;

7,5-кратного – для грузо-людского подъема;

6,5-кратного – для исключительно грузового подъема;

8-кратного – для подъемных установок с одноканатным шкивом трения (людских, грузо-людских и грузовых) и грузо-людских для клетовых многоканатных подъемных установок;

7-кратного – для грузовых многоканатных подъемных установок.

Уравнение прочности каната с учетом требований ПБ примет вид

$$(m_0 + p H_0) g = \frac{\sigma_s}{n} s. \quad (7)$$

В уравнении два неизвестных: p и s .

Массу 1 м каната выразим через поперечное сечение его проволок и плотность стали

$$p = s \rho \beta_c, \quad (8)$$

где $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ – плотность стали (объемная масса);

β_c - коэффициент, учитывающий свивку проволок в канат и их удлинение по сравнению с 1 м каната, а также наличие сердечника.

Обозначим

$$\rho_0 = \rho \beta_c, \quad (9)$$

где ρ_0 - фиктивная плотность каната, кг/м^3 (масса в объеме, занимаемом одним кубическим метром каната). Для стандартных подъемных канатов $\rho_0 = 8300 - 9000 \text{ кг/м}^3$. среднее расчетное значение можно принимать $\rho_0 = 9000 \text{ кг/м}^3$.

Площадь поперечного сечения всех проволок в канате

$$s = \frac{p}{\rho_0}. \quad (10)$$

Подставляя значение s в уравнение (7), решаем его относительно массы 1 м каната

$$p = \frac{m_0 g}{\frac{\sigma_s}{n \rho_0} - H_0 g}, \text{ кг/м.} \quad (11)$$

Расчетное значение p может не совпадать с табличным, поэтому необходимо установить, какой действительный запас прочности будет иметь выбранный канат.

Из уравнения (11) статический запас прочности

$$n = \frac{\sigma_s s}{(m_0 + p H_0) g} = \frac{Q_z}{(m_0 + p H_0) g}, \quad (12)$$

где Q_z – суммарное разрывное усилие всех проволок в канате, n .

Если числитель и знаменатель в формуле (11) разделить на g , то выражение в знаменателе

этой формулы $\frac{\sigma_s}{n \rho_0 g} = L_0$ представляет

предельную длину отвеса каната. Пологая $m_0 = 0$, уравнение прочности не изменится при условии более длинного отвеса каната, т. е.

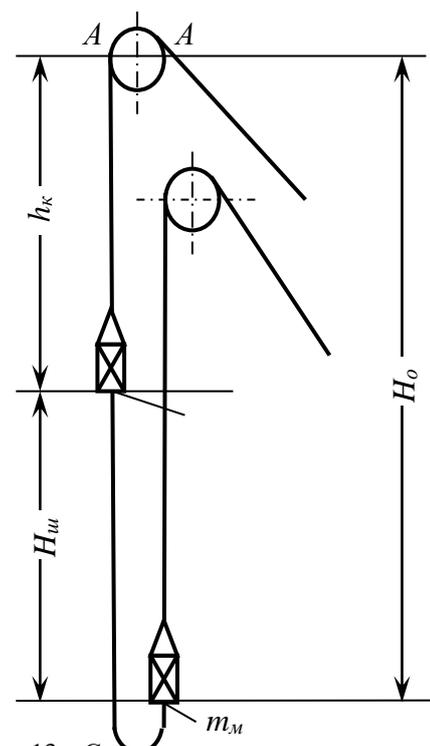


Рис. 13. Схема к расчету головного каната при подвеске хвостового каната

$$pL_0g = \frac{\sigma_\epsilon s}{n}. \quad (13)$$

Учитывая уравнения (10), получим

$$L_0 = \frac{\sigma_\epsilon}{n\rho_0g} = \frac{\sigma_\epsilon s}{npp} = \frac{Q_z}{npp}. \quad (14)$$

Длину отвеса каната, при которой произойдет разрыв от собственного веса, называют критической длиной каната

$$L_k = \frac{\sigma_\epsilon}{\rho_0g} = \frac{\sigma_\epsilon s}{pg} = \frac{Q_z}{pg}. \quad (15)$$

При наличии равновесного ($q=p$) хвостового канат головной канат рассчитывается по формуле (11). В случае навески тяжелого хвостового каната ($q>p$) наиболее напряженное сечение головного каната будет в месте схода каната со шкива при положении груженого сосуда на верхней приемной площадке (рис.13).

Уравнение прочности для сечения А –А имеет вид

$$(m_0 + ph_k + qH_u)g = \frac{\sigma_\epsilon s}{n} \quad (16)$$

(весом петли хвостового каната пренебрегаем, имея в виду небольшую ее длину).

Обозначив разность массы канатов через $\Delta = q - p$ и подставив в уравнение (16) $q = p + \Delta$, получим

$$(m_0 + pH_0 + \Delta H_u)g = \frac{\sigma_\epsilon s}{n} \quad (17)$$

Заменяя $s = \frac{P}{\rho_0}$, решаем уравнение (17) относительно p

$$p = \frac{(m_0 + \Delta H_u)g}{\frac{\sigma_\epsilon}{n\rho_0} - H_0g}, \quad \text{кг/м}. \quad (18)$$

Фактический запас прочности выбранного по таблицам ГОСТа каната определяется по формуле

$$n = \frac{Q_z}{(m_0 + pH_0 + \Delta H_u)g}. \quad (19)$$

В многоканатных подъемных установках масса концевого груза и хвостовых канатов (если $q_x p_{x.k} > p_z n_{z.k}$) распределяется на все головные канаты, поэтому масса 1 м одного головного каната рассчитывается по уравнению (11) или (19), а фактический запас прочности принятого каната – по уравнению (12) или (19) с учетом числа головных канатов.

Применение канатов постоянного сечения на глубоких шахтах.

С переходом на разработку месторождений на глубину свыше 1000 м экономически целесообразно применять большегрузные подъемные сосуды, а это ведет к увеличению размеров канатов, габаритов машин и зданий.

Однако расчетом и опытом эксплуатации установлено, что для указанной глубины шахты даже при применении на одноканатных подъемных машинах максимальных диаметров стандартных канатов постоянного сечения грузоподъемность скипов, исходя из условий заданного запаса прочности канатов, не может превышать 12000—15000 кг.

Расширение пределов применения канатов постоянного сечения можно осуществить за счет:

свивки канатов равного сопротивления (переменного сечения по его длине);

увеличения пределов прочности проволок до 1960—2160 н/мм²,

улучшения конструкции и геометрии свивки;

уменьшения мертвого веса подъемных сосудов и уменьшения

запаса прочности.

Канаты постоянного сечения во всех нижележащих сечениях по отношению к расчетному обладают излишней прочностью вследствие уменьшения нагрузки от массы самого каната. Характер изменения запаса прочности каната по его длине, исходя из уравнений (17) и (19), гиперболический и, следовательно, для глубоких шахт возможно применение канатов равного сопротивления.

Неосуществимость свивки канатов равного сопротивления привела к производству ступенчатых канатов (во Франции и Бельгии) двух типов:

1) число проволок во всех ступенях одинаковое, а диаметр проволок в каждой последующей ступени уменьшается. Проволоки меньшего и большего диаметра спаиваются; места спайки располагаются на расстоянии 1,5—2 м друг от друга по всей длине каната; 2) диаметр проволок по всей длине каната постоянный, а число проволок в каждой последующей нижележащей ступени уменьшается.

Изготовление канатов обоих типов сложное и дорогое, поэтому они не получили распространения.

Опыт эксплуатации канатов с пределом прочности проволок $\sigma_B=2160$ н/мм² на глубоких шахтах показал, что срок их службы значительно снижается по сравнению с канатами, у которых пониженный предел прочности проволок. Исследованиями МакНИИ установлено, что усталостные напряжения в канатах увеличиваются с увеличением предела прочности .проволок, поэтому рекомендуется навешивать канаты на подъемах глубоких шахт с $\sigma_B=1765\div1860$ н/мм², на шахтах средних глубин (до 800 м) с $\sigma_B=1570\div1765$ н/мм², на неглубоких шахтах с $\sigma_B=1470\div1665$ н/мм². На многоканатных подъемных машинах с целью снижения жесткости канатов предел прочности их проволок принимается $\sigma_B=1470\div1665$ н/мм².

На протяжении многих лет ведутся исследования по созданию многопрядных канатов с высоким коэффициентом заполнения сечения металлом, которые при меньшем диаметре обладали бы значительно большим разрывным усилием по сравнению с обычными шестипрядными канатами. В зарубежной практике в изготовлении многопрядных канатов достигнуты высокие показатели. Двадцатипрядные канаты диаметром 86 и 95 мм свиты, с разрывным усилием 4900 и 6850 кН, но это единичные канаты со сложной технологией изготовления с массой 1 м до 35 кг.

Пределы глубины шахт, где возможно применение стандартных канатов постоянного сечения, можно расширить, если пойти на уменьшение требуемого запаса прочности, а это осуществимо при условии расчета каната на динамические напряжения, возникающие при различных режимах нагруженности.

На основании теоретических и экспериментальных исследований работы канатов как в СНГ (проф. Г. Н. Савин и др.), так и за рубежом установлено, что с увеличением глубины шахты волна динамических напряжений в канате распространяется по большей его длине и снижается в связи с этим максимум их в верхнем его сечении и что усталостные напряжения от продольных переменных колебаний в каждом сечении действуют относительно малый промежуток времени по сравнению с периодом цикла подъема, поэтому в ряде зарубежных стран введены дифференциальные шкалы запаса прочности каната в зависимости от глубины шахты. Так, например, в ФРГ коэффициент запаса прочности для подъемной установки со шкивами трения в зависимости от высоты подъема определяется:

для грузовых подъемов

$$n = 7,2 \div 0,0005 H_0$$

для людских подъемов

$$n = 9,2 \div 0,001 H_0,$$

где H_0 —длина отвеса каната.

В табл. 4 приведена шкала коэффициентов запаса прочности, предлагаемая Г. Н. Савиным.

Таблица 4

Длина отвеса каната, м	Максимально допускаемый запас прочности при навеске нового каната		
	людской	грузо-людской	грузовой
0-150	9,0	7,5	6,5
150—300	8,7	7,3	6,3
300—600	8,4	7,0	6,2
600—900	7,8	6,7	5,8
900—1200	7,3	6,3	5,5
1200 и выше	6,8	6,0	5.

Горное бюро США разрешает производить подъем с глубоких горизонтов канатами с наиболее низким запасом прочности, чем это принимается в других странах. Например, для глубины 915 м и более *n* принимается равным 4.

Применение канатов постоянного сечения можно распространить на более глубокие шахты за счет снижения массы подъемных сосудов. Последнее практически осуществляется на действующих и в особенности на реконструируемых подъемных установках.

Испытание, проверка подъемных канатов, надзор и уход за ними.

ПБ устанавливают нормы, сроки и порядок проведения необходимых мероприятий, обеспечивающих нормальную и безопасную эксплуатацию канатов.

Испытание канатов перед навеской. Все подъемные канаты, за исключением чисто грузовых для наклонных шахт, с углом наклона менее 30°, подлежат испытанию перед навеской. Резервный испытанный канат перед навеской может вторично не испытываться, если срок хранения его не превышает 12 месяцев.

Для испытания каната должен быть отрезан кусок его длиной не менее 1,5 м. От поступившего в канатно-испытательную станцию куска каната отрубается контрольный кусок 200—300 мм, хранящийся на станции в течение двух лет. Такой же кусок отрубается для испытания отдельных проволок на разрыв и изгиб.

Остальная часть куска каната разрывается целиком на разрывной машине.

Сопротивление каната разрыву определяется суммой усилий, взрывающих каждую проволоку в отдельности. При этом проволоки, прочность которых оказалась на 20% ниже средней прочности всех проволок, считаются не выдержавшими испытания; их число отмечается в свидетельстве об испытании.

Новый канат бракуется, если площадь проволок, не выдержавших испытания на разрыв и изгиб, составляет: а) для канатов, служащих для подъема и спуска людей—6%; б) для исключительно грузовых канатов—10, %.

Повторные испытания. Подъемные канаты, за исключением канатов в установках со шкивом трения и хвостовых, подвергаются повторным испытаниям через каждые 6 месяцев. Для исключительно грузовых подъемов первое повторное испытание канатов допускается через 12 месяцев, а затем через каждые 6 месяцев.

Для повторных испытаний каната отрезается кусок его за последним жимком запанцировки не менее 1,5 м.

Канат признается непригодным и заменяется, если при повторном испытании: запас прочности окажется ниже 7-кратного для исключительно людских подъемов; ниже 6-кратного для грузолудских и ниже 5-кратного для грузовых подъемов.

Если суммарная площадь проволок, не выдержавших испытания на изгиб и разрыв, при повторном испытании достигает 25% от общей площади поперечного сечения проволок в канате, то такой канат подлежит замене.

Предельный срок службы канатов в подъемных установках со шкивами трения устанавливается два года, а хвостовых канатов и тормозных канатов парашютов ПТК—не более четырех лет.

Надзор и уход за канатами. На шахте должен быть запасной канат, испытанный и годный для навески. До навески канаты следует хранить смазанными в сухом помещении с деревянным полом и настилом и периодически осматривать.

Работающие канаты один раз в неделю смазывают специальной канатной смазкой—смесь смолы, сала и графита. Смазка должна быть вязкой, достаточно жидкой, но не вытекать, не густеть и не ломаться при затвердевании. Раз в месяц старую смазку снимают и наносят на канат новый слой.

На людских и грузо-людских подъемах запрещается навешивать канаты с порванными прядями, счаленными, получившие утонение во время работы на 10% и более от первоначального диаметра три навеске, с узлами, «жучками» и другими повреждениями. Запрещается продолжать работу, если обнаружится выпучивание прядей, образование «фонарей» и др.

Каждый подъемный канат ежедневно должен подвергаться тщательному осмотру при скорости движения его не более 0,3 м/сек, при этом выявляются дефекты (обрывы проволок, утонение и др.) и определяется общее число оборванных проволок по всей длине каната и на одном шаге свивки (250—350 мм).

Если число обрывов проволок на шаге свивки составляет 2% от общего числа проволок в канате, то положение этого участка на канате отмечается в «Книге по осмотру канатов» и за ним ведется более внимательное наблюдение.

Торчащие концы оборванных проволок должны откусываться.

Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 5% по отношению к общему их числу в головном канате и 10% — в нижнем, подвесном, то канаты подлежат замене.

Хвостовой канат осматривают один раз в месяц во всех подъемных установках, за исключением установок со шкивами трения, где они проверяются ежедневно. Канаты, состоящие из проволок разного диаметра, подлежат замене, если площадь поперечного сечения оборванных проволок составляет 5% к общему поперечному сечению проволок в канате.

В случае экстренной нагруженности каната (зажатие клетки в проводниках, резкая остановка машины торможением и т. п.) следует немедленно прекратить спуск и подъем и осмотреть канат.

Если при этом окажется, что канат получил повреждение или удлинение (на отрезке каната, подвергшемся экстренному напряжению) на 0,5% и более, то он должен быть заменен.

Ежедневный осмотр канатов занимает много времени; при глубине шахты 1000 м на осмотр одного каната требуется 60—70 мин. С другой стороны, применяемый метод осмотра каната—пропускание его через руку—не может быть признан совершенным, так как, пользуясь им, нельзя установить степень износа каната, уменьшение сечения от коррозии и механического износа.

В лаборатории МакНИИ разработан прибор ИИСК-1 (измеритель износа стальных канатов), опытные образцы которого выпустил конотопский завод «Красный металлист».

При обнаружении такой потери сечения измерительный аппарат сигнализирует об аварийном состоянии каната. В приборе предусмотрена возможность подсоединения самопишущего миллиамперметра. Запись «анатограммы» производится при скорости протягивания каната 2 м/сек.

По рекомендации МакНИИ первая проверка каната прибором ИИСК-1 производится через 6 месяцев после навески каната, а последующие — ежемесячно.

Работами МакНИИ установлено, что максимальная потеря сечения для шахтных канатов может быть допущена около 17,5 %, на эту потерю сечения аппарат измерения настроен «аварийно».

Контрольные вопросы.

1. Определение конечного груза и массы каната.
2. Определение максимальной длины отвеса каната и растяжение каната.
2. Определение прочности каната.
3. Условия применения канатов постоянного сечения.
4. Порядок испытания и проверки подъемных канатов.
5. Порядок надзора и ухода за канатами.

Лекция № 6

Органы навивки каната.

План.

1. Органы навивки каната.
2. Подъёмные машины с цилиндрическими барабанами.

Цель: Изучение студентами органов навивки каната, конструкций подъёмных машин с цилиндрическими барабанами изучение ,типпажей подъёмных машин с цилиндрическими барабанами.

Органы навивки каната.

Для навивки грузовой ветви каната и одновременной свивки порожняковой подъемные машины снабжаются различными по конструкции барабанами, которые принято называть органами навивки.

Подъемные машины изготавливаются с органами навивки каната постоянного и переменного радиуса. Машины первого типа выпускаются с одним и двумя цилиндрическими барабанами, с одно и многоканатным ведущим шкивом трения. К машинам второго типа относятся подъемные машины с коническими и бицилиндроконическими барабанами, бобинами и др.

Подъемные машины с цилиндрическими барабанами.

Подъемные машины с цилиндрическими барабанами имеют самое широкое применение в горной промышленности из-за простоты конструкции и универсальности с точки зрения применения различных типов подъемных сосудов и головных канатов. Их разделяют: на малые подъемные машины с диаметром барабана от 2 до 3 м и на крупные подъемные машины с диаметром барабана более 3 м.

Однобарабанные подъемные машины изготавливаются двух типов: с глухим барабаном (рис. 14), закрепленным шпонками с валом (типа БМ и Ц), и барабаном разрезной частью (типа ЦР). В этих машинах поверхность одного барабана используется для попеременной навивки двух канатов (опускающейся и поднимающейся ветвей канатов).

У однобарабанных подъемных машин типа БМ внутри барабана имеются бобинки 1 (рис. 14) для размещения запасной длины каната, которые приводятся вручную штурвалом через редуктор.

Барабан подъемных машин типа ЦР состоит из двух частей: широкой части, заклиненной по валу барабана при помощи шпонок, и узкой поворотной, отсоединяемой от вала

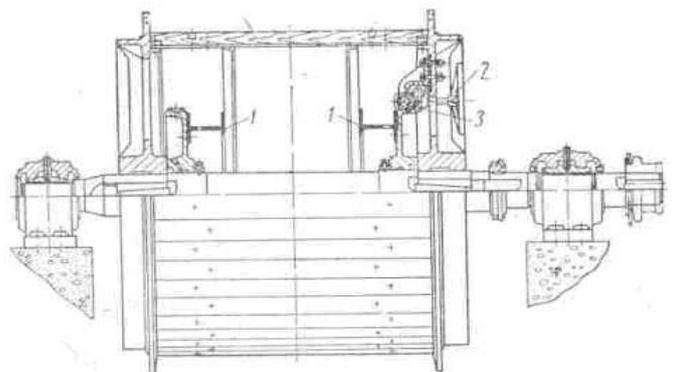


Рис. 14. Конструкция барабана однобарабанной подъемной машины типа БМ

зубчатыми или фрикционными муфтами.

Первый тип машин устанавливается главным образом на одноклетевых и односкиповых подъемных установках с противовесом. Второй тип машин (ЦР) благодаря разрезной (поворотной) части барабана, позволяющей регулировать длину каната, устанавливается на двухклетевых и двухскиповых подъемах, на шахтах с одним или двумя смежными горизонтами.

В двухбарабанных подъемных машинах типа 2БМ (рис. 15) и типа 2Ц один барабан наглухо заклинен на валу, а второй поворотный (переставной), который при необходимости может быть отсоединен от вала и, будучи заторможенным, не вращается вместе с валом и заклиненным барабаном.

Устройство переставного барабана усложняет конструкцию машины, но вместе с тем позволяет удлинять или укорачивать канаты и регулировать взаимное расположение обоих подъемных сосудов, что бывает необходимо в следующих случаях: при удлинении (вытяжке) новых канатов; отрубании кусков каната для испытания; подъеме с разных горизонтов; перестановке опрокидных клетей с разгрузочных участков (кривых) на нулевую площадку. Кроме того, наличие поворотного барабана ускоряет процесс навески и замены канатов.

Цилиндрические барабаны изготавливаются литыми, клепаными или сварными. Отечественные заводы изготавливают подъемные машины с барабанами сварной конструкции, обладающими прочностью, жесткостью и малой массой.

Основными элементами конструкции подъемных машин с цилиндрическими барабанами являются: ступицы 1, лобовины 2, оболочка (обечайка) 3, тормозные ободья 5 и механизмы перестановки поворотного барабана.

Ступицы литые, соединяются с коренными валом у заклиненного (глухого) барабана шпонками, а у поворотного посажены на сферические, сваренные из листовой стали, в которых вырезаны отверстия, образующие спицы. Лобовины 2 крепятся к ступице болтами, а для усиления их конструкции и установки тормозного обода приваривают полосы 7 и 8 с внутренней и наружной стороны.

Оболочка (обечайка) 3 барабана состоит из листовой стали толщиной 15 – 25 мм. Внутри барабана по всей его окружности к оболочке приваривают распорные кольца 6, придающие жесткость оболочке и всей конструкции барабана. Металлическая оболочка покрывается деревянной футеровкой, набранной из отдельных брусьев вязкого дерева. На футеровке нарезают по винтовой линии желобки для правильного направления навивки каната и предохранения соседних витков от взаимного касания (трения).

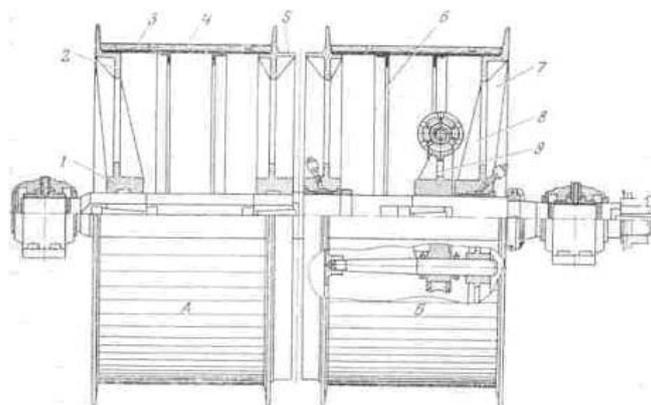


Рис. 15. Конструкция барабана малых подъемных машин типа 2БМ

Прикрепление каната к барабану согласно ПБ должно быть выполнено так, чтобы при проходе каната через щель в цилиндре барабана он не деформировался острыми краями щели. Запрещается прикреплять конец каната к валу барабана. Конец каната необходимо крепить к специально предусмотренным на барабане устройствам.

Ново-Краматорский завод тяжелого машиностроения поставляет крупные подъемные машины с металлической желобчатой футеровкой из специального листового проката. Переставной барабан (и переставная часть в однобарабанной машине) отсоединяется от вала при помощи механизма перестановки, выполненного в виде зубчатой или фрикционной соединительной муфты.

В подъемных машинах с диаметром барабана $D_6=3$ м (типа 2БМ) применяется червячный механизм перестановки с ручным управлением, при котором операция по перестановке барабана требует длительного времени; кроме того, машинисту приходится покидать на это время рабочее место.

Переставные барабаны крупных подъемных машин снабжаются простым и надежным зубчатым механизмом перестановки с дистанционным управлением. Зубчатое колесо 1 (рис. 16) шпонками закреплено на коренном валу барабана и находится в постоянном зацеплении через наружную зубчатую муфту 3 с зубчатым венцом 2, который закреплен болтами на ступице переставного барабана.

Надежное соединение верхней зубчатой муфты 3 с зубчатым колесом 1 и зубчатым венцом 2 переставного барабана достигается тремя сжатыми пружинами 4, упирающимися в зубчатую муфту 3. При необходимости отсоединения поворотного барабана от вала подается сжатый воздух в цилиндры 5. При этом зубчатая муфта 3, в которой расположены цилиндры 5, перемещается влево, сжимая пружину 4.

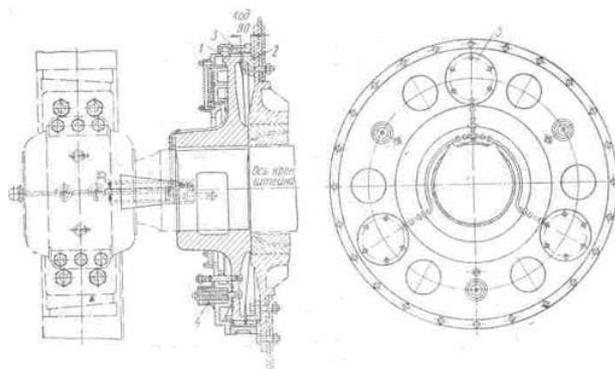


Рис. 16. Зубчатый механизм перестановки с пружинно-пневматическим приводом

В табл. 5 приведены технические характеристики унифицированных малых подъемных машин, а в табл. 6—крупных подъемных машин.

Таблица 5

Тип машины	Размеры барабана, мм		Нагрузка, м		Передаточное число редуктора	Приведенная масса барабанов с редуктором, кг	Масса машины без редуктора и двигателя, кг
	диаметр	ширина	максимальные статические натяжения каната	максимальная разность статических натяжений			
	р						

Одно барабанные машины

БМ-2000/1530	2000	1500	49000	49000	30	5800	25000
БМ-2000 1520	2000	1500	49000	49000	20	5100	25000
БМ-2500'2030	2500	2000	63600	63600	30	11450	38000
БМ-25002020	2500	2000	63600	63600	20	9700	38000
БМ-30002030	3000	2000	98100	49000	30	11000	42400
БМ-3000 2020	3000	2000	98 100	49000	20	10000	42400
БМ-3000/2011	3000	2000	98100	49000	11,5	10500	42800

Двухбарабанные машины

2БМ-2000/1030	2000	1000	49000	29000	30	7400	27800
2БМ-2000/1020	2000	1000	49000	29400	20	6700	27800
2БМ-2500 1230	2500	1200	70500	39200	30	15000	41550
2БМ-2500 1220	2500	1200	70500	39200	20	12500	41550
2БМ-3000.1530	3000	1500	98100	49000	30	18000	51000
2БМ-3000,1520	3000	1500	98100	49000	20	17300	51000
2БМ-3000/1511	3000	1500	98100	49000	11,5	14400	50800

Таблица 6

Тип машины	Размеры барабана, мм			Нагрузка, н		Редуктор		Приведенная масса барабанов с редуктором, кгс	Масса машины без редуктора и двигателя, кгс
	диаметр	ширина	ширина переставной	максимальное статическое натяжение каната	максимальная разность статических НИИ	тип	передаточное число		
<i>Одно барабанные машины</i>									
Ц-3,5X2,0	3500	2000	-	176000	137000	ЦД-20 ЦО-18	20,0 11,5 10,5	18500	60000
ЦР-3,5X3/0,9	3500	3000	900	196000	122000	ЦД-17 ЦО-18	20,0 11,5 10,5	23000	65000
ЦР-4X 3,2/0,9	4000	3200	900	216000	137000	ЦД-20 ЦО-20	20,0 11,5 10,5	27000	73000
ЦР-5X3,2/0,85	5000	3200	850	245000	176000	ЦО-22	11,5 10,5 11,5	39000	115000
ЦР-6X3,2/0,75	6000	3200	750	294000	206000	ЦО-22	10,5	48500	130000
<i>Двухбарабанные машины</i>									
2Ц-3,5X1,7	3500	1700	-	147000	122000	ЦД-17 ЦО-18	20 11,5 10,5	23500	70000
2Ц-4x1,8	4000	1800	-	196000	122000	ЦД-20 ЦО-20	20 11,5 10,5	29000	82000
2Ц-4X2.3	4000	2300	-	216000	137000	ЦД-20 ЦО-20	20 11,5 10,5	35000	108 000
2Ц-5X2.3	5000	2300	-	245000	176000	ЦО-22	11,5 10,5	48000	137 000
2Ц-6x2,4	6000	2400	-	294000	206000	ЦО-22	11,5 10,5	54000	170 000

Контрольные вопросы.

1. Узлы и элементы органа навивки каната.
2. Типы подъемных машин.
3. Условия применения подъемных машин с цилиндрическими барабанами.
4. Основные отличия конструкций малых и крупных подъемных машин.

Лекция № 7

Расчёт органов навивки барабана.

План.

1. Расчёт органов навивки барабана.
2. Подъёмные машины со шкивами трения.
3. Подъёмные машины с переменным радиусом навивки.
4. Направляющие и отклоняющие копровые шкивы.

Цель: Научить студентов производить расчёт органов навивки барабана, ознакомить с конструкциями подъёмных машин со шкивами трения; с переменным радиусом навивки. Ознакомление с принципом действия направляющие и отклоняющие копровые шкивы.

Расчёт органов навивки барабана.

Чтобы не допустить возникновения в канате чрезмерных напряжений при навивке на барабан, ПБ устанавливают следующие соотношения между диаметром барабана и диаметром каната:

для барабанов подъёмных машин, устанавливаемых на поверхности земли,

$$D_{\sigma} \geq 80d_{\kappa}; \quad (1)$$

для барабанов подъёмных машин, располагаемых под землей,

$$D_{\sigma} \geq 60 \cdot d_{\kappa}. \quad (2)$$

При расчетах принимает ближайший большой диаметр барабана из числа стандартных подъёмных машин.

Ширина навивочной поверхности каждого из барабанов машины с двумя цилиндрическими барабанами и однослойной навивкой определяется из условия размещения на ней длины каната, равной высоте подъема H , резервной длины ($l_p=30-50$ м) и витков трения ($z_{тр}=3$ витка)

$$B = \left[\frac{H + l_p}{\pi D_{\sigma}} + z_{mp} \right] (d_{\kappa} + \varepsilon). \quad (3)$$

Ширина навивочной поверхности одинарного цилиндрического барабана (типа Ц), обслуживающего обе ветви каната, при однослойной навивке определяется из условия размещения на ней длины каната, равной высоте подъема H , резервной длины l_p и витков трения $z_{тр}$ для каждой ветви, а также оставления зазора между навивающейся и свивающейся ветвями ($z_{заз}=2$ витка)

$$B = \left[\frac{H + 2l_p}{\pi D_{\sigma}} + 2z_{mp} \right] (d_{\kappa} + \varepsilon). \quad (4)$$

где d_{κ} - диаметр каната;

$\varepsilon = 2 \div 3$ мм – зазор между соседними ветками;

H – высота подъема, равная:

при подъеме в клетях

$$H = H_{ш} + h_{П.П}; \quad (5)$$

при подъеме в скипах

$$H = H_{ш} + h_{заг} + h_{П.б} + h_{П.р}. \quad (6)$$

Здесь: $H_{ш}$ – глубина шахты;

$h_{П.П}$ – высота верхней приемной площадки или эстакады;

$h_{заг}$ – высота опускания скипа ниже околоствольного двора под загрузку с поземного бункера;

$h_{П.б}$ – высота верхнего приемного бункера от нулевой площадки;

$h_{П.р}$ – превышение рамы скипа над кромкой поверхностного бункера для открывания затвора;

Ширина барабана однобарабанной подъемной машины типа БМ (с бобинами внутри барабана для размещения резервной длины каната) определяется по формуле (4), но в ней опускается $2l_p$.

При выборе однобарабанной подъемной машины с разрезным барабаном типа ЦР необходимо проверить размещение левого каната на навивочной поверхности заклиненной части барабана на валу, учитывая, что этот канат не должен переходить через щель (разрез).

По ПБ допускается двухслойная навивка каната на барабаны для грузовых вертикальных подъемных установок, расположенных на поверхности, а также для подъема и спуска людей по наклонным выработкам с углом наклона не более 45^0 .

Трехслойная навивка каната на барабаны допускается для подъема и спуска людей по наклонным выработкам при угле наклона до 30^0 и длине каната свыше 600 м, а также на временных проходческих подъемных машинах при глубине ствола свыше 400 м.

При применении двухслойной или трехслойной навивки канатов на барабаны должны быть соблюдены следующие условия:

высота реборды барабана должна быть такой, чтобы при налегании верхнего витка (ряда) на барабан реборда выступала над верхним рядом на 2,5 диаметра каната:

барабаны должны иметь футеровку со спиральными желобками;

за критическим участком каната длиной в четверть последнего витка нижнего ряда (переход на верхний ряд) должно вестись усиленное наблюдение: учет разорванных в этом месте проволок, а также передвижение каната на четверть витка через каждые 2 месяца.

Если намечаемая к установке подъемная машина не проходит по ширине барабана, необходимо выбрать машину из числа стандартных с большим диаметром барабана. Выбранную подъемную машину необходимо проверить по максимальной статической нагрузке и разности статических натяжений.

Подъемные машины со шкивами трения.

Кроме подъемных машин, оборудованных цилиндрическими барабанами, имеются машины, у которых цилиндрический барабан заменен

узким легким шкивом трения. Канат не закрепляется на шкиве и не навивается на него, а лишь перебрасывается через шкив и прикрепляется к подъемным сосудам. Во время вращения шкива канат перемещается под действием сил трения, возникающих между канатом и футеровкой шкива.

На рис. 17 представлена принципиальная схема подъемной установки со шкивом трения, а на рис. 18 — конструкция шкива.

В зарубежной практике применяют шкивы трения с узким и широким ободами литой, клепаной и сварной конструкции, диаметром от 4 до 11 м.

В подъемных машинах, имеющих шкивы с широким ободом (до 1 м}, упрощаются операции по навеске и смене канатов, так как имеется возможность навить на уширенной части обода несколько рядов каната.

Ново-Краматорский завод выпускает подъемную машину со шкивом трения диаметром 7,2 м с узким ободом, сварной конструкции, со следующей технической характеристикой.

Диаметр шкива	7200 мм
Максимальный диаметр каната	60 мм
Максимальное статическое натяжение каната.....	304000 ч
Разность статических натяжений канатов.....	70600 к
Передаточное число редуктора	9,5; 10,5; 11,5
Максимальная допустимая скорость подъема.....	15,8 м/сек
Приведенная масса вращающихся частей машины к радиусу навивки	23400 кг
Масса машины с редуктором	154600 кг

Для удобства и облегчения навески и смены каната на одном валу со шкивом насажена бобина.

Для надежного сцепления каната с желобом шкива последний футеруется вязким дереном, кожей, фиброй, пластмассовыми материалами, прорезиненными тканями или комбинированными материалами, обладающими высоким коэффициентом трения.

Для лучшего сцепления каната с футеровкой шкива для уменьшения удельного давления на опорную поверхность каната и желоба футеровки в этой системе подъема применяют канаты с большим коэффициентом заполнения поперечного сечения металлом—фасоннопрядные или закрытой конструкции.

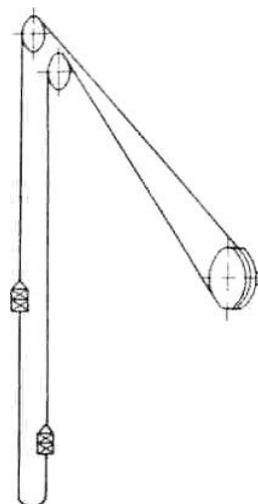


Рис. 17 Схема подъемной установки со шкивом трения

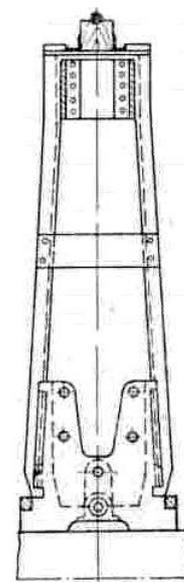


Рис. 18. Конструкция шкива трения с узким ободом

Отношение диаметра одноканатного шкива трения к диаметру каната, согласно ПБ, должно быть не менее 120, т. е.

$$D_{ш.т} \geq 120 d_k. \quad (7)$$

При выборе подъемной машины со шкивом трения необходимо учитывать не только допустимую максимальную статическую нагрузку и разность статических натяжений, но и допустимое удельное давление на футеровку, определяемое по формуле

$$\tau_{уд} = \frac{s_{нб} + s_{сб}}{D_{шт} d_k}. \quad (8)$$

В зависимости от материала футеровки удельное давление не должно превышать следующих значений:

Материал футеровки	Удельное давление, н/см ²
Дерево (дуб)	78,5
Прорезиненные ткани	137-147
Пластмассы	147—196
Алюминиевые сплавы	215

Уменьшение размеров и массы подъемной машины с одноканатным шкивом трения, а следовательно, и габаритов ее здания позволило установить машину непосредственно над стволом, на башенном копре.

Дальнейшее развитие подъемных машин со шкивом трения привело к размещению на шкиве в отдельных желобках футеровки нескольких канатов, прикрепляемых к подъемным сосудам, т. е. к применению на шахтах подъемных сооружений типа лифтовых.

На рис. 19 представлена схема многоканатной подъемной установки с четырьмя головными

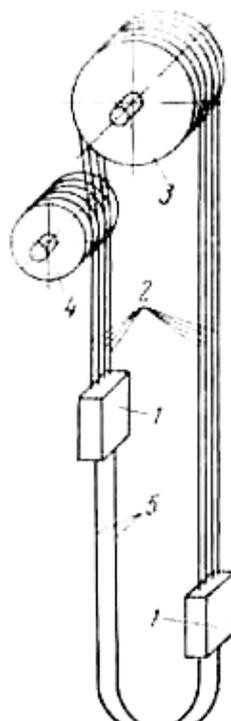


Рис. 19. Схема многоканатной подъемной установки:

1 — подъемные сосуды; 2 — канаты; 3 — движущий шкив; 4 — отклоняющий шкив; 5 — хвостовые канаты

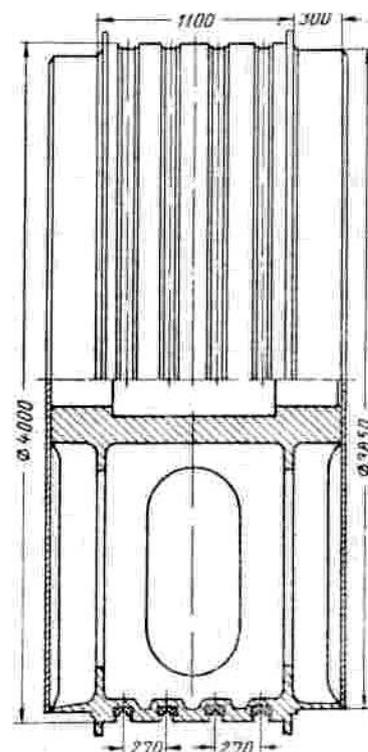


Рис. 20. Конструкция шкива многоканатной подъемной машины МК-4Х4

канатами. Многоканатные подъемные машины имеют следующие преимущества по сравнению с одноканатными:

1) разделение концевой нагрузки на несколько канатов позволяет поднимать большие грузы с глубоких горизонтов канатами малого сечения; при этом уменьшаются размеры и масса машины (абсолютная и приведенная к радиусу навивки) и имеется возможность на относительно малой площади башенного копра разместить одну и даже две подъемные машины для обслуживания одного ствола шахты;

2) с навеской нескольких канатов повышается безопасность работы подъемной установки, так как одновременный обрыв всех канатов вряд ли возможен. Это обстоятельство послужило основанием к отказу от применения парашютов в клетевом подъеме и снижению запаса прочности канатов;

3) размещение подъемной машины на копре позволяет освободить поверхность вокруг ствола от сооружения здания подъемной машины, укосины копра и улучшить условия эксплуатации канатов, предохраняя их от атмосферных осадков, обмерзания в зимний период. Отсутствие направляющих шкивов и струн каната несколько снижает напряжения в канатах и до некоторой степени облегчает тяжелые условия работы их в этой системе подъема.

На рис.20 изображен шкив многоканатной подъемной машины типа МК-4Х4.

В практике рудничного подъема имеются в эксплуатации многоканатные машины с числом канатов от 2 до 12. Рудничные подъемные машины выпускаются на парное число канатов, при этом в каждой паре канатов один имеет левую свивку, а другой—правую. При противоположной свивке устраняется влияние раскручивания канатов на работу прицепного устройства и уменьшается износ направляющих лап и проводников.

Временными нормами безопасности для подъемных установок с многоканатными шкивами трения допускается принимать отношение диаметра ведущего шкива трения к диаметру каната не менее $80(D_{ш.т} \geq 80d_k)$ при отсутствии перегибов каната в противоположных направлениях и $D_{ш.т} \geq 100d_k$ при наличии перегибов каната в противоположных направлениях (в схемах с отклоняющими шкивами).

Удельное давление на футеровку определяется по формуле (206) с учетом числа головных и подвесных канатов.

Одним из существенных недостатков многоканатной подъемной системы является неравномерное распределение нагрузки между канатами, вызываемое неравномерной вытяжкой канатов, разницей в размерах диаметров желобов, неравномерностью износа футеровки и другими причинами.

Для уравнивания длин канатов и контроля за их нагруженностью в зарубежной практике применялись

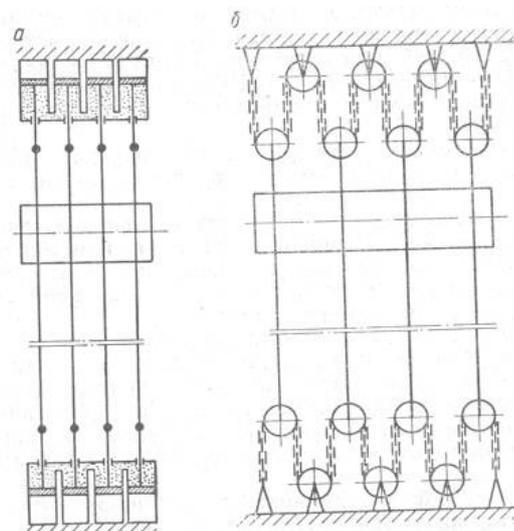


Рис. 21. Схемы уравнивателей для саморегулирования натяжения канатов

прицепные устройства, в которых для контроля за нагруженностью канатов введены пружинные динамометры. Грубая регулировка длин канатов производится коушами, а более тонкая — регулируемыми прокладками или юстирными (форкопными) винтами.

В дальнейшем были предложены различного типа автоматически действующие уравнильные устройства. Так, например, в гидравлическом уравнильном устройстве (рис.21,а) самовыравнивание усилий в канатах основано на протекании рабочей жидкости из более нагруженного цилиндра в менее нагруженный. В механическом уравнильном устройстве (рис.21,б) подвижные ролики соединены с канатом, а ролики огибаются одной пластинчатой цепью.

Длительный опыт эксплуатации многоканатных подъемных установок показал, что первоначальная вытяжка канатов может быть устранена перечалкой на коуш, а незначительная разность длин канатов, вызванная неточностью проточки желобов футеровки, неравенством диаметров канатов (вследствие различных упругих характеристик), выравнивается балансирным прицепным устройством.

К недостаткам подъемных установок со шкивами трения следует отнести:

- возможность проскальзывания каната по шкиву, приводящего к несоответствию показания указателя глубины положению подъемных сосудов в стволе;

- тяжелые условия работы каната, так как полная работа, производимая канатом, в два раза больше работы каната в других установках;

- наличие хвостового каната ограничивает применение установки с двумя сосудами для работы с разных горизонтов;

- обрыв головного или хвостового каната приводит к полной аварии на подъемной установке (в одноканатной машине);

- трудности навески и замены канатов;

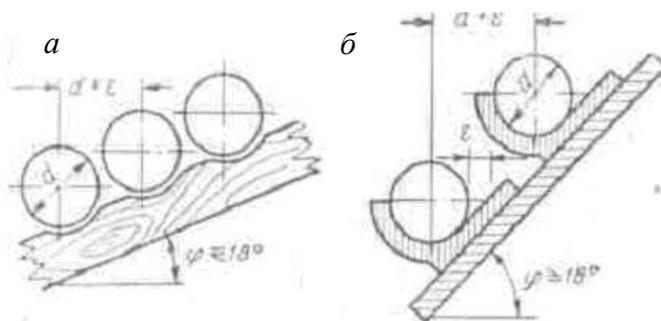
- в случае сдвига поверхности усложняется сооружение башенного копра.

Подъемные машины с переменным радиусом навивки.

К подъемным машинам с переменным радиусом навивки относятся машины с коническими и бицилиндроконическими барабанами, устанавливаемые на глубоких шахтах, а также подъемные машины с бобинами, применяемые в проходческом подъеме. В настоящее время промышленное значение имеют только машины с бицилиндроконическими барабанами. Применение этих машин обеспечивает более равномерную нагрузку на подъемный двигатель вследствие уравнивания подъемной системы. У таких органов навивки начальный и конечный радиусы окружности навивки выбираются такими, чтобы в начале подъема поднимающийся канат с большим натяжением навивался на окружность с меньшим радиусом, а опускающийся канат с меньшим натяжением свивался с окружности с большим радиусом. При перемещении подъемных сосудов в стволе натяжение поднимающегося каната уменьшается за счет уменьшения длины его отвеса, а радиус окружности навивки увеличивается. Для опускающегося каната, наоборот, по мере возрастания длины отвеса

натяжение его возрастает, а радиус окружности навивки уменьшается. В результате этого статический момент вращения на валу органа навивки остается постоянным.

Конический барабан простейшей конструкции имеет гладкую поверхность, футерованную деревом (рис.22,а). Подъемные машины с такими барабанами не могут обслуживать глубокие горизонты, так как при угле конусности более 18° канат не укладывается правильными рядами и сползает с большого радиуса усеченного конуса к меньшему.



Рис, 22. Размещение каната на конических барабанах:
а—с деревянной футеровкой; б—с металлическими профилированными желобками

Для шахт большой глубины приходится прибегать к установке конических барабанов с металлической желобчатой поверхностью (рис.22 б). Это приводит к увеличению ширины барабана и веса машины, усложняет их конструкцию и увеличивает стоимость. Поэтому подъемные машины с коническими барабанами в СНГ распространения не получили.

Теоретическими исследованиями установлено, что почти такой же эффект в смысле уравнивания системы можно получить при менее сложной конструкции барабана—бицилиндроконическом (рис. 23).

Конструктивное выполнение навивочной поверхности такого барабана проще, чем конического с желобчатой поверхностью. Навивочные поверхности малого и большого цилиндров барабана обычно футеруют деревом и лишь небольшие конусные поверхности (для 10 витков) выполняют литыми или из специального профиля.

Подъемные машины могут быть с двумя и одним бицилиндроконическим барабаном. НКМЗ выпускает подъемные машины только с одним разрезным бицилиндроконическим барабаном (БЦК), что дает возможность изменять длину каната и вести работу с двух горизонтов. Разрез барабана осуществлен у основания большого конуса; таким образом, барабан состоит из большой заклиненной на валу части и малой переставной.

На рис. 23 показан бицилиндроконический барабан подъемной машины, которую до 1957 г. выпускал НКМЗ.

Конструкция барабана сварная. Ступицы литые. На ступицах 1 и 3 размещены поворотные бобинки 4 с червячным редуктором и двигателем, а на ступице 2 смонтирован механизм перестановки 5. Лобовина 7 заклиненной части барабана приварена к трубе жесткости 6. Тормозные ободья располагаются с наружных сторон малых цилиндров.

Ввиду возможности проскальзывания при больших и резко изменяющихся нагрузках в последних выпусках машин фрикционный механизм перестановки заменен на зубчатый.

Диаметр малого цилиндра бицилиндроконического барабана определяется из условия допустимых изгибающих напряжений в канате, в соответствии с требованиями ПБ

$$D_{м.ц} \geq 80d_k; \quad (9)$$

Диаметр большого цилиндра находится из условия уравнивания веса перемещающихся по стволу канатов или исходя из равенства статических моментов на валу барабана в начале и конце подъема.

$$D_{б.ц} = yD_{м.ц} \quad (8)$$

(в стандартных машинах НКМЗ $y = 1,75 \div 1,8$)

Ширину секции малого цилиндра $B_{м.ц}$ определяют исходя из условий размещения длины каната $h_{м.ц}$, равной расстоянию между сменными горизонтами, и размещения витков трения

$$B_{м.ц} = \left(\frac{h_{м.ц}}{\pi D_{м.ц}} + z_{тр} \right) (d_k + \varepsilon). \quad (10)$$

В стандартных подъемных машинах БЦК всех типоразмеров $B_{м.ц} = 840$ мм, длина каната, размещающаяся на секции малого цилиндра, подсчитывается по формуле

$$h_{м.ц} = \left(\frac{B_{м.ц}}{d_k + \varepsilon} - z_{тр} \right) \pi D_{м.ц}, \quad (11)$$

где $\varepsilon = 2 \div 3$ мм.

Ширину конической части барабана определяют по углу конусности:

$$B_k = \frac{D_{б.ц} - D_{м.ц}}{2 \operatorname{tg} \psi}. \quad (12)$$

В машинах с бицилиндроконическим барабаном НКМЗ угол конусности $\psi = 60 \div 63^\circ$ и ширина конической секции барабана $B_k = 1000$ мм

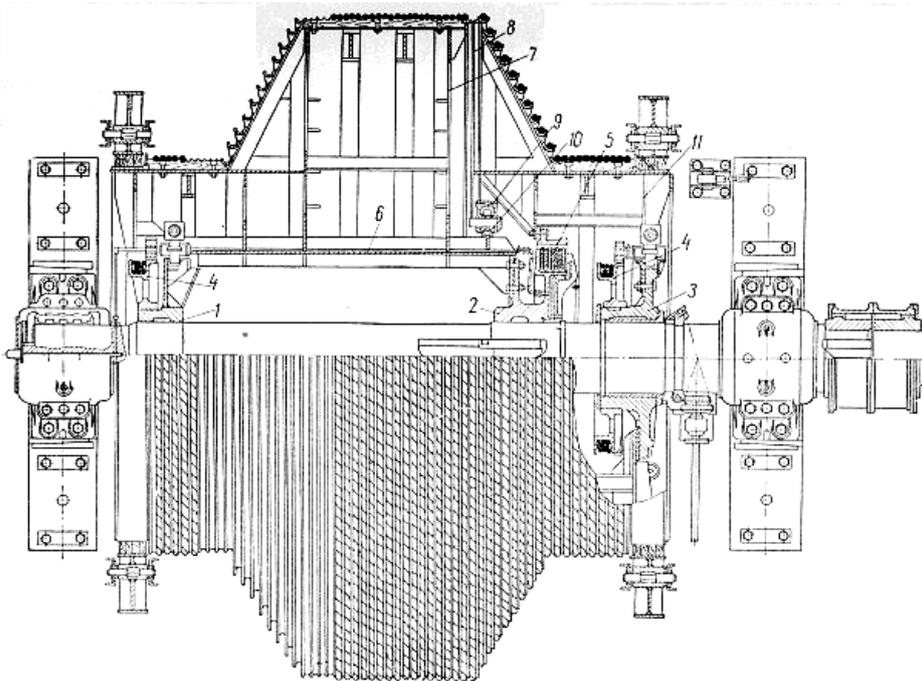


Рис. 23. Конструкция бицилиндроконического барабана подъемной машины БЦК – 9/5×2,5

(для основных типов машин), при этом длина каната, навиваемая на коническую секцию,

$$h_k = \frac{B_k}{d_k + \varepsilon_k} \cdot \pi \cdot \frac{D_{б.ц} + D_{м.ц}}{2}. \quad (13)$$

где $\varepsilon_k = 15 \div 20$ мм – горизонтальная проекция расстояния между центрами поперечного сечения соседних витков.

Длина каната, навиваемого на большой цилиндр,

$$h_{б.ц} = H - h_{м.ц} - h_k. \quad (14)$$

Ширина секции большого цилиндра, покрываемая канатом,

$$B'_{б.ц} = \frac{h_{б.ц}}{\pi D_{б.ц}} (d_k + \varepsilon), \quad (15)$$

причем $B'_{б.ц} \leq B_{б.ц}$, где $B_{б.ц}$ – ширина секции большого цилиндра до плоскости разреза, а $\varepsilon = 2 \div 3$ мм – зазор между соседними витками на большом цилиндре.

Направляющие и отклоняющие копровые шкивы

Копровые направляющие шкивы диаметром до 4 м изготавливаются литыми, велосипедного типа (рис. 24), а диаметром от 4 до 6 м клепаной конструкции со штампованным ободом. В отношении размеров диаметров шкива ПБ устанавливают те же нормы, что и для диаметров барабана.

Реборды направляющих шкивов должны выступать над верхней частью каната не менее чем на полтора его диаметра. Сегменты футеровки подлежат замене новыми при изношенности их в глубину на один диаметр и на сторону – на половину диаметра каната.

Шкивы с литыми или штампованными ободьями подлежат замене новыми при износе толщины обода или реборды не более 50% их начальной толщины.

Для всех копровых шкивов предусмотрена возможность замены ободьев, валов и подшипников при изменении глубины шахты и диаметра каната.

Направляющие шкивы осматривают перед навеской канатов и в дальнейшем не реже одного раза в квартал. При этом измеряют сечение канавки. Результаты осмотра записываются в «Книгу записи осмотра подъемной установки».

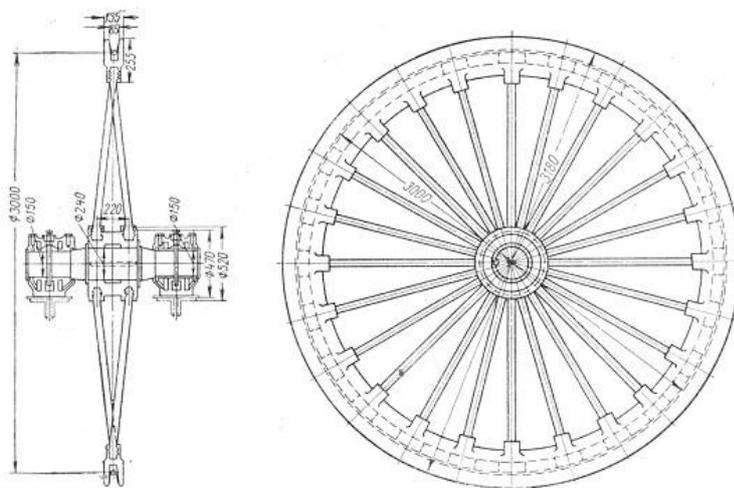


Рис. 24. Копровый шкив велосипедного типа

При расположении подъемных машин со шкивом трения на башенном копре возникает необходимость в установке отклоняющих шкивов для увеличения угла обхвата и обеспечения расстояния между отвесами канатов, соответствующего положению сосудов в стволе. Подшкивная площадка располагается на таком расстоянии от места расположения машины, чтобы угол огиба канатов во избежание их быстрого износа не превышал 10—15°.

Отклоняющие шкивы аналогичны по устройству направляющим копровым шкивам.

Контрольные вопросы.

1. Определение диаметра каната, высоты подъема и глубины шахты.
2. Определение диаметра шкива трения.
3. Достоинства и недостатки подъемных машин с переменным радиусом навивки.
4. Основные различия между направляющими и отклоняющими копровых шкивов.

Лекция № 8

Расположение подъемных машин у ствола шахты.

План.

1. Монтаж подъемных машин .
2. Требования к расположению подъемной машины.
и определение длины струны каната.
3. Углы наклона струны каната к горизонту и углы отклонения.

Цель: Ознакомить студентов с правилами монтажа подъемных машин на поверхности шахты Научить определять длину струны каната, углы наклона струны каната к горизонту и углы отклонения.

Расположение подъемных машин у ствола шахты

Высота копра, сооружаемого на поверхности над устьем ствола шахты, зависит от типа подъемного сосуда, технологической схемы, принятой дробильно-сортировочной фабрикой, и от способа расположения копровых шкивов. В рудной промышленности приняты высотная и плоская типовые схемы (рис.25). По первой схеме руда, высыпаясь из скипа в приемный бункер, под действием собственного веса проходит через аппараты дробления и сортировки, а затем поступает в железнодорожные бункера; по второй схеме руда из приемного бункера поступает в штабель, затем в колосниковый грохот и на транспортерах доставляется в дробилку, в аппараты сортировки и в железнодорожные бункера.

Копровые шкивы могут быть расположены на одной геометрической оси и в одной вертикальной плоскости.

Для подъемных установок с расположением направляющих шкивов на одной геометрической оси высота копра составляет:

при неопрокидных клетях (рис. 25, а)

$$h_k = h_{П.П} + h_{кл} + h_{неп} + 0,75R_{ш}; \quad (1)$$

при скиповом подъеме (рис.25, б)

$$h_k = h_{П.б} + h_{ск} + h_{П.р} + h_{неп} + 0,75R_{ш}, \quad (2)$$

где $h_{П.П}$ - высота верхней приемной площадки от нулевой отметки;

$h_{П.б}$ - высота приемного бункера, определяемая в зависимости от технологической схемы поверхности;

$h_{кл}$ - высота клетки с прицепным

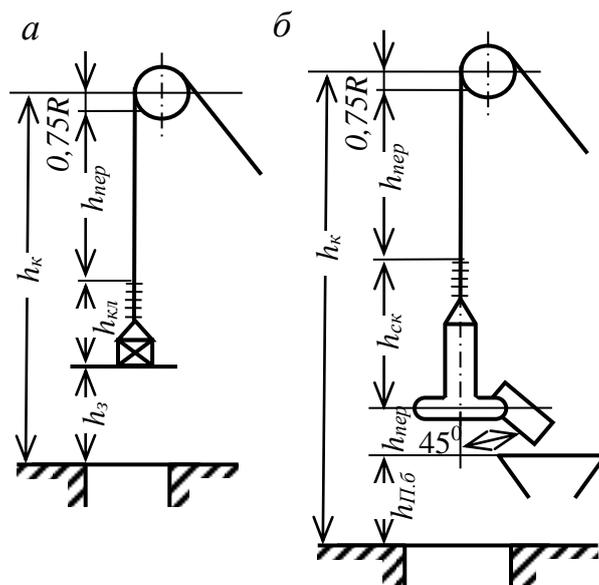


Рис. 25. Схемы к определению высоты копра подъемных установок:
а – клетевой; б – скиповой

устройством (до верхнего жимка).

$h_{ск}$ - высота скипа с прицепным устройством.

$h_{П.р}$ - превышение рамы скипа над кромкой бункера ($h_{П.р} = 0,3$ м – для скипов с секторным затвором; $h_{П.р} = h_{куз} \cos 45^0$ - для опрокидных скипов), м;

$R_{ш}$ – радиус направляющего шкива;

$0,75R_{ш}$ – расстояние по вертикали между верхним жимком каната (при соприкосновении его с ободом шкива) и осью шкива.

$h_{пер}$ – высота переподъема.

Под высотой переподъема клетки (скипа) подразумевают расстояние, на которое может подняться клеть (скип) от нормального положения при разгрузке на верхней приемной площадке до соприкосновения верхнего жимка каната с ободом направляющего шкива.

Нормами ПБ устанавливается следующая высота переподъема:

а) для клетевых подъемов с опрокидными клетями при максимальной скорости подъема не свыше 3 м/сек – не менее 4 м, свыше 3 м/сек – не менее 6 м;

б) для грузовых подъемов скипами или опрокидными клетями – не менее 2,5 м, независимо от максимальной скорости;

в) для проходческих подъемов в бадьях – не менее 4 м;

г) для опрокидных клетей при подъеме людей (переподъем – расстояние от посадочной площадки до начала опрокидывания клетки) при скорости не более 3 м/сек – 4 м, более 3 м/сек – 6 м.

Под высотой переподъема у многоканатных машин, расположенных на копре, подразумевают расстояние, на которое можно поднять сосуд от положения разгрузки до перекрытия, которое не должно быть менее 5 м. На этом участке в копре производят сужение проводников, или проводник выполняются в виде клиньев для заклинивания клетки в случае переподъема или скольжения канатов.

Если направляющие шкивы расположены в одной вертикальной плоскости, то в формулы (1) и (2) следует добавить величину: $l_1 = D_{ш} + (1,0 - 1,5)$ – расстояние между осями верхнего и нижнего шкива (м).

Выбор места расположения подъемной машины у ствола шахты и определение длины струны каната.

При выборе места расположения подъемной машины необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на работу подъемной установки. В-первых, условия залегания и разработки месторождения. Естественно, что нежелательно строить здание для машины в тех местах, где сдвигается поверхность или предполагается обрушение висячего бока месторождения.

Место расположения подъемных машин должно согласовываться с поверхностными сооружениями, с поверхностным транспортом и схемой загрузки и разгрузки подъемных сосудов. Все эти вопросы решаются комплексно при составлении технического проекта строительства шахты.

При проектировании подъемной установки необходимо предусмотреть:

а) чтобы фундаменты машинного здания и фундаменты укосины копра не соприкасались между собой, так как вибрация укосины может привести к разрушению фундаментов машины;

б) чтобы машинное здание было отнесено от ствола на такое расстояние, при котором угол наклона струны каната к горизонту был бы не менее 30° и нижняя струна каната не задевала бы за раму машины.

Расстояние между осью барабана и осью ствола шахты рекомендуется выбрать таким, чтобы струны каната не были слишком малыми и не происходил бы износ каната при его крайних положениях на барабане (о борта направляющих).

Минимальное расстояние между осью органа навивки и отвесом каната в стволе определяется по формуле Южгипрошахта

$$b_{\min} = 0,45h_k + D_{\sigma} + R_{uu} + 6, \text{ м.} \quad (3)$$

Отдаление подъемной машины на значительное расстояние от ствола также нежелательно, так как это связано с удлинением струн канатов, с резкими поперечными колебаниями («биением») струн с возникновением дополнительных напряжений в канате. Практикой установлено, что канат работает в нормальных условиях, если расстояние между осью барабана и отвесом каната не превышает 40—50 м. Опыт проектирования подъемных установок показывает, что место положения машины относительно ствола шахты определяется не только схемой компоновки оборудования на поверхности, а иногда и рельефом местности, и указанные нормы не всегда выдерживаются.

Так, например, на отдельных шахтах Кривбасса подъемные машины отнесены от ствола на расстояние 70—100 м.

Под длиной струны каната подразумевают расстояние между точками касания каната на шкиве и на барабане. В практических расчетах длину струны каната определяют как расстояние между осью барабана подъемной машины и осью направляющего шкива (рис. 26).

Во избежание больших провесов и опасных колебаний струны каната рекомендуется, чтобы длина ее не превышала 60 м. В тех же случаях, когда здание подъемной машины вынуждены относить на значительное расстояние от ствола или принимать очень высокий копер и этим увеличивать длину струны каната до 75—120 м, устанавливают промежуточные мачты с поддерживающими роликами.

Длина струны каната как гипотенуза треугольника ABC (см. рис. 26) равна

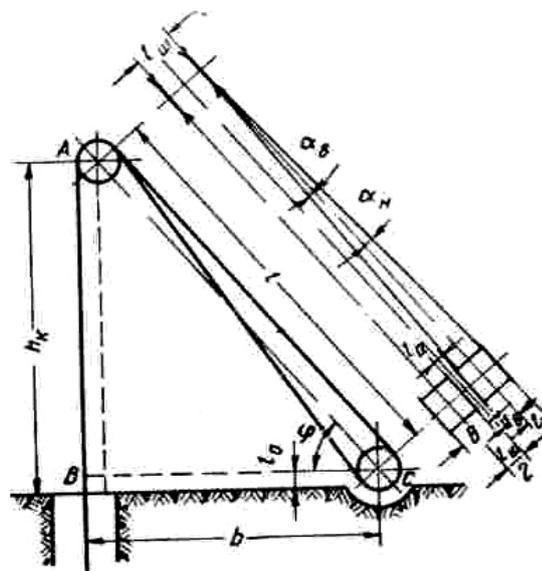


Рис. 26 Схема расположения двухбарабанной подъемной машины относительно ствола шахты (копровые направляющие шкивы расположены на одной горизонтальной оси)

$$l_s = \sqrt{(h_k - l_0)^2 + (b - R_{uu})^2}, \quad (4)$$

где l_0 —превышение оси барабана над нулевой отметкой.

По заводским данным $l_0=685$ мм для машин БМ-2000/1500 и 2БМ-2000/1030, $l_0=810$ мм.—для остальных машин БМ и 2БМ.

Для крупных подъемных машин НКМЗ с цилиндрическим барабаном $l_0=800$ мм и БЦКБ $l_0=600$ мм.

Углы наклона струны каната к горизонту и углы отклонения

Для подъемных машин НКМЗ по конструкции рамы допускается минимальный угол наклона нижней струны к горизонту 30^0 .

Тангенс угла наклона струны к горизонту

$$tg\varphi = \frac{h_k - l_0}{b - R_{uu}}. \quad (5)$$

Отнесение здания подъемной машины на значительное расстояние от ствола (ведущее к уменьшению угла наклона струны каната к горизонту), как и приближение его к стволу (ведущее к увеличению угла φ), сказывается не только на условиях работы канатов, но и на распределении нагрузки на копер, что вызывает изменение положения фундамента укосины копра. Так, с уменьшением φ увеличивается горизонтальная составляющая усилия в укосине, стремящаяся опрокинуть копер, а с увеличением повышается давление на основание копра и его укосину.

Исходя из изложенного, рекомендуется, чтобы $30^0 < \varphi < 45^0$.

В подъемных установках с цилиндрическими и бицилиндроконическими барабанами при навивке и свивке канат линейное перемещение каната происходит по поверхности барабана. Струны канатов все время меняют свое положение относительно вертикальной плоскости, проходящей через отвесы каната перпендикулярно оси барабана.

Угол, образованный струной каната с проекцией струны на вертикальную плоскость, проходящую через отвес каната перпендикулярно оси барабана, называют углом отклонения или углом девиации (от латинского *deviatio* - уклонение).

Так как в установках с двойными барабанами струна каната отклоняется от вертикальной плоскости в двух направлениях (к наружной реборде барабана – месту закрепления каната и к внутренней реборде – концу навивки), то для этих установок различают наружный α_n и внутренний α_e углы отклонения (см. рис. 26).

При превышении определенного угла отклонения канат разрабатывает реборду направляющего шкива (вследствие увеличения давления на желоб шкива от составляющей натяжения канатов) и вызывает трение витка о виток, что приводит к дополнительному износу канатов.

Кроме того, чрезмерный угол отклонения может вызвать скольжение каната по барабану, следствием чего явится навивка с переменным шагом.

Практикой установлен максимально допустимый угол отклонения каната для цилиндрических барабанов $\alpha=1^{\circ}30'$ и для бицилиндрических барабанов $\alpha = 2^{\circ}$ (со стороны малого цилиндра барабана). Эти нормы утверждены ПБ.

Величина углов отклонения зависит от схем расположения подъемной установки и размещения подъемных сосудов в стволе шахты, а также от размеров барабанов.

Угол отклонения каната определяется по тангенсу этого угла, равному

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{l}{l_s}, \quad (6)$$

где l – линейное отклонение каната на барабане от плоскости вращения шкива; оно может быть внутреннее l_e и наружное l_n .

Рассмотрим, каковы будут линейные отклонения струны каната на барабане для различных подъемных установок при условии полного использования ширины барабана.

Подъемная установка с двумя цилиндрическими барабанами и шкивами, расположенными на одной геометрической оси.

Обозначим:

$l_{ш}$ — расстояние между шкивами, определяющееся размерами подъемных сосудов и расположением их в стволе шахты;

l_a - расстояние между внутренними ребрами барабанов (при внутреннем расположении тормозных колодок $l_a = 570—600$); при внешнем расположении $l_a = 50—60$, мм;

l_n - наружное линейное отклонение каната на барабане от вертикальной плоскости;

l_e - внутреннее линейное отклонение каната на барабане.

Наружное линейное отклонение каната на барабане

$$l_n = B + \frac{l_a}{2} - \frac{l_{ш}}{2}. \quad (7)$$

Внутреннее линейное отклонение

$$l_e = \frac{l_{ш} - l_a}{2}. \quad (8)$$

В случае превышения углов девиации, установленных нормами, следует увеличить длину струны каната l_s за счет отнесения машины от ствола или за счет увеличения высоты копра. Иногда целесообразно уменьшить ширину барабана за счет увеличения его диаметра.

Подъемная установка с двумя цилиндрическими барабанами и шкивами, расположенными в одной вертикальной плоскости.

В соответствии со схемой расположения подъемной установки (см. рис. 27) опасность вызывает наружный угол отклонения нижней струны каната. При этом линейное отклонение будет

$$l_n = B + \frac{l_a}{2}. \quad (9)$$

Подобная схема распространена в Кривбассе на двухподъемных стволах. Машину в таких случаях приходится относить на значительное расстояние от ствола и устанавливать поддерживающие мачты.

Подъемная установка с одним глухим цилиндрическим барабаном (типа Ц и БМ) и шкивами, расположенными в одной вертикальной плоскости, которая делит ширину барабана пополам (рис.28).

В практических расчетах можно допустить,

что линейные внешнее и внутреннее

отклонения равны.

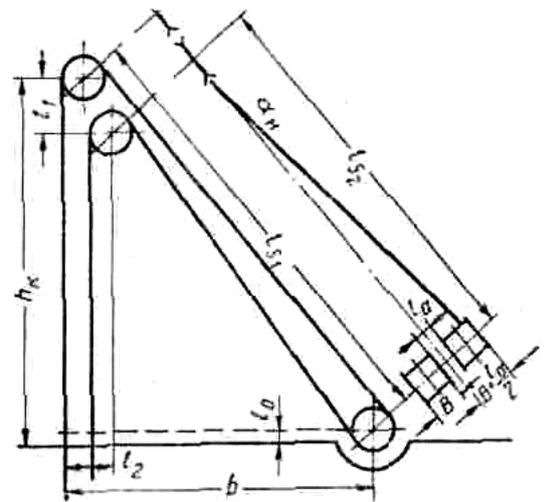


Рис. 27 Схема расположения двухбарабанной подъемной машины относительно ствола шахты (копровые шкивы расположены в одной вертикальной плоскости)

$$l_n = l_g = \frac{B}{2}. \quad (10)$$

Подъемная установка с одним разрезным цилиндрическим барабаном (типа ЦР) и направляющими шкивами, расположенными на одной горизонтальной оси (рис. 29).

В случае неполного использования ширины барабана углы отклонения

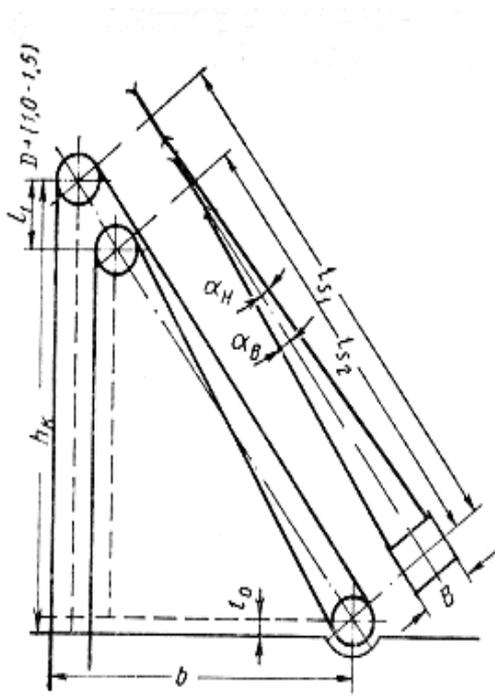


Рис. 28 Схема расположения однобарабанной подъемной машины относительно ствола шахты (копровые шкивы расположены в

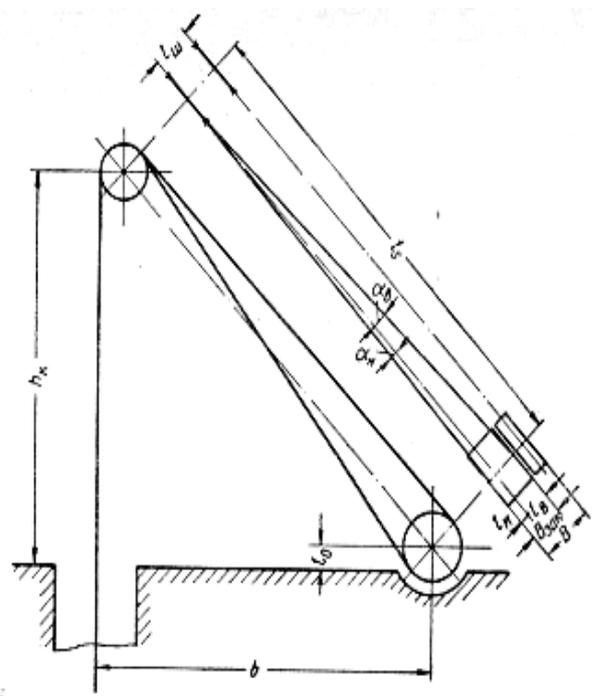


Рис. 29. Схема расположения однобарабанной подъемной машины типа ЦР с разрезной частью барабана (копровые шкивы расположены на

каната определяются по фактическому отклонению каната, рассчитанному по ширине барабана, используемой для навивки каната.

В соответствии с ПБ один раз в год маркшейдерская служба шахты проверяет отвесы шкивов, канатов, а следовательно, и α_H и α_B .

Контрольные вопросы.

1. Определить высоту копры и радиус направляющего шкива.
2. Определить длину струны каната.
3. Углы наклона струны каната к горизонту и углы отклонения.

Лекция № 9

Кинематика подъема с постоянным радиусом навивки.

План.

1. Исходные параметры для расчета кинематики подъема.
2. Диаграммы скорости при подъеме в неопрокидных клетях.

Цель: научить производить расчеты кинематики подъема с использованием исходных параметров, определение диаграммы скорости при подъеме в неопрокидных клетях.

Из теоретической механики известно, что в разделе «Кинематика» изучается движение материальной точки и твердого тела без учета сил масс, определяющих это движение. Исходя из этого, в нашу задачу входит определение законов движения, как выражение скорости, ускорения и пути в функции времени при перемещении подъемных сосудов относительно приемных площадок без учета действующих сил.

Основные исходные параметры для расчета кинематики подъема.

Исходными данными при проектировании подъемной установки являются: годовая производительность шахты $A_{\text{год}}$; глубина шахты $H_{\text{ш}}$; число рабочих дней в году n_1 ; число часов работы подъема в сутки t_c . Тогда часовая производительность подъемной установки будет равна:

$$A_v = \frac{cA_{\text{год}}}{n_1 t_c}, \quad \text{т/ч} \quad (1)$$

где c – коэффициент резерва производительности подъемной установки (для вновь проектируемых подъемных установок принимают: $c=1,5$ – для скиповых и $c=2$ – для клетевых).

Число рабочих дней в году принимают 300. Продолжительность работы подъема в сутки определяется режимом работы шахты. Угольной промышленности устанавливается трехсменный по 5 ч в смену ($t_c=15$ ч).

В рудной промышленности при проектировании подъемных установок для шахт большой производительности (3-5 млн. т в год) и глубоких горизонтов (1200-1600 м) с ограниченным числом стволов принимается трехсменный режим работы шахты – 3×6 ч, а режим работы скипового подъема – 3×7 ч при условии наличия подземного бункера с емкостью, рассчитанной на часовую производительность подъема.

При массе одновременно поднимаемого груза $m_{\text{п}}$ (грузоподъемности скипа или клетки) число подъемов в час будет равно

$$n_{\text{п}} = \frac{A_v}{m_{\text{п}}}. \quad (2)$$

На протяжении многих лет проводились исследования по установлению оптимальной величины одновременно поднимаемого полезного груза, при котором затраты по эксплуатации подъемной установки были бы минимальными.

Решение этой задачи связано с известными трудностями, так как с изменением величины поднимаемого груза изменяются не только размеры машины и мощность двигателя, но и размеры ствола горных выработок, емкость бункера и других сооружений.

Проф. Г. М. Еланчик рекомендует определять оптимальную грузоподъемность скипа по формуле:

$$m_{II} = A_q \frac{4\sqrt{H} + \Theta}{3600}. \quad (3)$$

Проф. В. И. Киселев рекомендует зависимость, которая более применима к условиям рудных шахт

$$m_{II} = 5,7\sqrt[4]{H} \cdot A_q. \quad (4)$$

Для многоканатных подъемных установок оптимальная грузоподъемность скипа равна

$$m_{II} = 1,3A_q\sqrt{H}. \quad (5)$$

При решении вопроса о величине полезно поднимаемого груза необходимо ориентироваться на типовые емкости сосудов.

Время, затрачиваемое на один цикл подъема,

$$T_{ц} = \frac{3600}{n_{ц}}. \quad (6)$$

Продолжительность движения подъемных сосудов

$$T = T_{ц} - \Theta. \quad (7)$$

Время, затрачиваемое на загрузку и разгрузку сосудов (пауза), зависит от способов автоматизации и механизации этих процессов.

На основании нормативных положений и практических данных установлены следующие величины паузы:

а) для загрузки скипов железной рудой:				
грузоподъемность скипа, m	5 – 6	8 – 10	12 – 15	20 – 25
30 – 50				
пауза, сек.....	8	10	12	15
39				
б) для загрузки скипов углем:				
грузоподъемность скипа, m	6	9	12	15
20 – 30				
пауза, сек.....	8	10	12	15
20 – 30				
в) для загрузки опрокидных клеток:				
грузоподъемность вагонетки, m	1	2	3	
пауза, сек.....	10	12	15	
г) для загрузки и разгрузки опрокидных клеток:				
одноэтажных, m	3			5
10				
пауза, сек.....	15			18
20				

	двухэтажных, <i>m</i>	1	2	3
5	пауза, <i>сек</i>	35	35	35
40				

В соответствии с нормативами в угольной промышленности время на посадку людей в один этаж клетки определяется из расчета 1 *сек* на посадку одного человека плюс 10 *сек*, а на посадку в двухэтажные клетки 1 *сек* на одного человека 25 *сек*.

В горнорудной промышленности время на посадку людей вычисляется по формуле

$$\Theta = 1,5n_{\text{люди}} + 5 \text{ сек}, \quad (8)$$

где 5 *сек* – время, необходимое на закрывание дверей клетки, стволовых решеток и подачу сигналов.

При проектировании вспомогательной подъемной установки продолжительность одного подъема определяется из условия допустимой максимальной скорости движения подъемных сосудов или из расчета подъема и спуска людей, занятых в одной смене, за время 35 – 40 *мин*.

Если известно количество подземных рабочих, занятых в смене, площадь пола клетки, число людей, размещающихся в клетке (по нормам полагается 5 человек на 1 м^2 полезной площади), легко рассчитать продолжительность одного подъема.

Средняя скорость движения подъемных сосудов

$$v_{\text{ср}} = \frac{H}{T}. \quad (9)$$

Ориентировочная максимальная скорость

$$v_{\text{max}} = \alpha v_{\text{ср}}, \quad (10)$$

где α – множитель скорости; величина α может быть определена после расчета кинематики подъема, однако для ориентировочного расчета максимальной скорости ее можно принимать: для клетевых подъемов $\alpha = 1,2 \div 1,5$; для скиповых $\alpha = 1,1 \div 1,3$.

Максимальная скорость движения подъемных сосудов не должна превышать допустимую ПБ, которая при подъеме грузов по вертикальным стволам равна

$$v_{\text{max}} = 0,8\sqrt{H}, \quad (11)$$

а при подъеме и спуске людей скорость не должна превышать значений, определяемых специальной таблицей ПБ в зависимости от высоты подъема, но не свыше 12 *м/сек*.

Диаграммы скорости при подъеме в неопрокидных клетях.

Изменение скорости движения сосудов за период подъема обычно представляют графиком-диаграммой $v = f(t)$. Подъемная система представляет собой единый электромеханический комплекс и поэтому целесообразно диаграмму изменения скорости рассматривать, исходя из

особенностей работы привода машины и способов загрузки и разгрузки сосудов, не нарушая при этом принципа независимости движения от усилий и масс.

Рассмотрим диаграмму скорости для подъемной машины с асинхронным двигателем. После загрузки клетки и получения сигнала происходит пуск машины. По мере вывода сопротивления из цепи ротора момент вращения двигателя увеличивается, и как только он станет больше момента от действующей нагрузки, барабан начинает вращаться с угловым ускорением ϵ , канат навивается на барабан, а прикрепленная к нему клеть перемещается с линейным ускорением $a = \epsilon R$. При этом линейная скорость движения клетки непрерывно увеличивается от нуля до расчетной максимальной величины v_{\max} . С приближением подъемных сосудов к приемным площадкам в случае двигательного замедления сопротивление реостата вручную или автоматически вводится в цепь ротора, и скорость движения сосудов уменьшается до нуля. Замедление можно также осуществить торможением при отключенном двигателе или только отключением двигателя (режим свободного выбега).

В случае контакторного управления асинхронным двигателем (а для клеток при любом подъемном двигателе) обычно изменение скорости движения подъемных сосудов в функции времени происходит близко к линейному закону по трехпериодной трапецеидальной диаграмме скорости (рис. 30).

Движение сосудов происходит с ускорением, определяющимся производной скоростью по времени

$$a_t = \frac{dv}{dt}.$$

Геометрически первая производная $\frac{dv}{dt}$ находится по тангенсу угла наклона, образуемого касательной к любой точке диаграммы скорости с осью абсцисс

$$a_1 = \frac{dv}{dt} = \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{v_{\max}}{t_1}.$$

Аналогично замедление

$$a_3 = \frac{dv}{dt} = \operatorname{tg} \beta_2 = \frac{v_{\max}}{t_3}.$$

Площадь диаграммы ускорений на каждом участке соответствует величине максимальной скорости $a_1 t_1 = v_{\max}$.

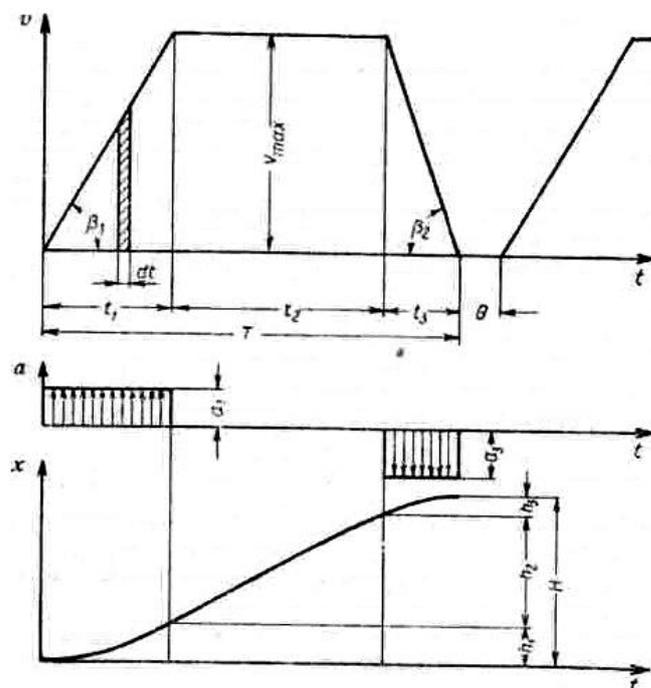


Рис. 30 Трехпериодная трапецеидальная диаграмма скорости и диаграммы ускорений и перемещений

Заштрихованная площадка (рис. 30) представляет собой бесконечно малый путь перемещения подъемных сосудов dx за время dt , а вся площадь диаграммы – высоту подъема, т.е. путь, пройденный подъемными сосудами за время T

$$x = H = \int_0^T v dt = h_1 + h_2 + h_3 = \int_0^{t_1} a_1 t dt + \int_{t_1}^{T-t_3} v_{\max} dt + \int_{t_1+t_2}^T a_3 t dt.$$

Для конечных периодов времени

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{a_1 t_1^2}{2} + v_{\max} t_2 + \frac{a_3 t_3^2}{2}; \\ H &= \frac{v_{\max} t_1}{2} + v_{\max} t_2 + \frac{v_{\max} t_3}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

При заданной высоте подъема H , продолжительности движения T и принятых значениях a_1 и a_3 искомой величиной является максимальная скорость.

Уравнение (12) служит исходным для определения v_{\max} . Если из него исключить неизвестные t_1 , t_2 и t_3 , равные

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{v_{\max}}{a_1}; \\ t_2 &= T - (t_1 + t_3) = T - v_{\max} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right); \\ t_3 &= \frac{v_{\max}}{a_3}, \end{aligned}$$

то оно примет следующий вид

$$H = v_{\max} T - \frac{v_{\max}}{2} \left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3} \right).$$

Преобразовывая это выражение для определения v_{\max} , получим

$$v_{\max}^2 - 2v_{\max} \frac{T}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}} + \frac{2H}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}} = 0. \quad (13)$$

Обозначив

$$\frac{T}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_3}} = \varepsilon \quad (14)$$

и произведя дальнейшее преобразование формулы (13), получим основное уравнение кинематики, устанавливающее зависимость между параметрами диаграммы скорости

$$v_{\max}^2 - 2v_{\max} \varepsilon + 2v_{cp} \varepsilon = 0.$$

Решая квадратное уравнение относительно максимальной скорости, находим.

$$v_{\max} = \varepsilon \pm \sqrt{\varepsilon^2 - 2v_{cp}\varepsilon}. \quad (15)$$

Чтобы установить, какой из знаков перед корнем должен быть сохранен, подкоренное выражение приравняем нулю

$$\varepsilon^2 - 2v_{cp}\varepsilon = 0.$$

Тогда

$$\varepsilon = 2v_{cp} = 2\frac{H}{T}.$$

Геометрически ε представляет собой высоту треугольника, построенного продолжением непараллельных сторон трапеции, а физически – предел максимальной скорости двухпериодной треугольной диаграммы при заданных периоде T , ускорении a_1 и замедлении a_3 . Так как во всякой трапеции $v_{\max} < \varepsilon$, то перед корнем должен быть сохранен знак минус*

$$v_{\max} = \varepsilon - \sqrt{\varepsilon^2 - 2v_{cp}\varepsilon}. \quad (16)$$

Расчетное значение максимальной скорости при подъеме и спуске грузов по вертикальным стволам не должно превышать скорости, допускаемой ПБ.

Максимальная скорость движения подъемных сосудов, исходя из установленного оборудования

$$v_{\max.\partial} = \frac{\pi D_0 n_n}{60 \cdot i}, \quad (17)$$

где n_n – номинальная скорость вращения двигателя, которая находится в пределах расчетной и допустимой ПБ.

Элементы кинематического режима определяются, исходя из действительной (фактической) максимальной скорости движения:

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{v_{\max.\partial}}{a_1}; & h_1 &= \frac{v_{\max.\partial} \cdot t_1}{2}; & t_3 &= \frac{v_{\max.\partial}}{a_3}; \\ h_3 &= \frac{v_{\max.\partial} \cdot t_3}{2}; & h_2 &= H - h_1 - h_3; & t_2 &= \frac{h_3}{v_{\max.\partial}}. \end{aligned}$$

В соответствии с ПБ ускорение и замедление при подъеме и спуске людей по вертикальным выработкам не должно превышать $0,75 \text{ м/сек}^2$, а по наклонным выработкам — $0,5 \text{ м/сек}^2$.

Нормы допустимых ускорений установлены на основании изучения физиологического состояния организма людей, претерпевающих относительно длительно (10—30 сек) изменение скорости при движении.

Величина ускорений для грузовых подъемов ограничивается начальной перегрузочной способностью двигателя, а также динамическими напряжениями во всей подъемной системе.

Для подъемных установок с асинхронным двигателем рекомендуется принимать a ; и O_3 в пределах $0,7—1,0 \text{ м/сек}^2$, а для установок с приводом системы Г—Д—в пределах $1,0—1,2 \text{ м/сек}^2$.

* По терминологии проф. В. Б. Уманского ε - модуль ускорения.

Подъем клетки на высоту H за время T можно осуществить при различных значениях максимальной скорости, если при этом изменять ускорение и замедление. Так, например, при проектировании подъемной установки можно задать график изменения скорости по трапецеидальной диаграмме 3 (рис. 31) или по такой же диаграмме 2 с равновеликой площадью и тем же основанием T , но с несколько большими ускорением и замедлением. Во второй диаграмме период работы двигателя в установившемся режиме удлинился за счет сокращения периодов разгона и замедления, при этом максимальная скорость стала меньше.

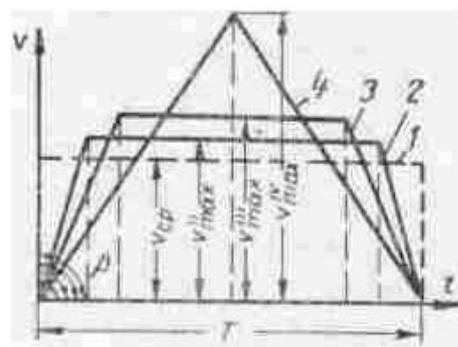


Рис. 31. К определению верхнего и нижнего пределов максимальной скорости

Дальнейшее сокращение периодов неустановившегося движения приводит к уменьшению максимальной скорости до ее нижнего предела v_{cp} и диаграмма скорости превращается в прямоугольную 1, практически неосуществимую, так как для этого необходимо в начале движения развить бесконечно большое ускорение ($\alpha_1 = \alpha_3 = \text{tg}90^\circ = \infty$).

Скорость движения сосудов за время T может изменяться по двухпериодной треугольной диаграмме скорости 4. При этом максимальное значение скорости достигает своего верхнего предела $v_{\max 0} = 2v_{cp}$, а режим работы привода получается самый нерациональный.

На основании изложенного

$$v_{cp} < v_{\max} < 2v_{cp} \quad (18)$$

Разделив неравенство (18) на v_{cp} , получим

$$1 < \frac{v_{\max}}{v_{cp}} < 2$$

Отношение максимальной скорости к средней принято называть множителем скорости и обозначать через α .

$$\alpha = \frac{v_{\max}}{v_{cp}} \quad (19)$$

Крайние пределы множителя скорости

$$1 < \alpha < 2 \quad (20)$$

Чем ближе множитель скорости к единице, тем больше ускорение, меньше период разгона, с меньшей максимальной скоростью происходит движение, тем экономичнее работает двигатель (диаграмма 2 на рис. 2), но зато увеличивается начальная перегрузка двигателя, и, наоборот, чем множитель скорости ближе к верхнему пределу (диаграмма 3 на рис. 2), тем большего значения достигает максимальная скорость подъема, тем продолжительнее период разгона и больше пусковые потери электроэнергии в реостате.

Вопросам наивыгоднейшего значения множителя скорости посвящен ряд работ, на основании которых можно рекомендовать для подъемных установок с асинхронным двигателем $\alpha=1,15—1,25$.

Контрольные вопросы.

1. Как определяется часовая производительность.
2. Как определяется число подъемов.
3. Как определяется грузоподъемность скипа.
4. Основные исходные параметры диаграммы скорости при подъеме в неопрокидных клетях.

Лекция № 10

Динамика подъемной установки с постоянным радиусом навивки.

План.

1. Основное уравнение динамики подъема.
2. Диаграммы движущих усилий.

Цель: изучение студентами основных уравнений динамики подъема, определение диаграммы движущих усилий, системы с равновесным хвостовым канатом и системы с тяжелым хвостовым канатом.

Основное уравнение динамики подъема.

В динамике подъемной системы определяют момент вращения на валу органа навивки каната, который должен развивать двигатель, чтобы вызывать движение подъемных сосудов в соответствии с заданной диаграммой скорости.

Движущему моменту двигателя противостоят сопротивления: от сил тяжести (поднятие груза и неуравновешенной части массы каната), сил шахтных сопротивлений, а также сил инерции, возникающих при изменении скорости.

Из теоретической механики известно (из принципа Д'аламбера), что если к движущейся материальной системе приложить все действующие силы и силы инерции, то ее можно рассматривать как находящуюся в равновесии. Это положение механики по отношению к подъемной системе формулируется так: сумма моментов действующих сил инерции относительно той же оси, т.е.

$$M_{\text{дв}} - M_{\text{ст}} - M_i = 0, \quad (1)$$

где $M_{\text{дв}}$ - движущий момент двигателя;

$M_{\text{ст}}$ - статический момент сопротивления;

M_i - суммарный момент от действия сил инерции.

Из выражения (1) основное уравнение движения:

$$M_{\text{дв}} = M_{\text{ст}} + M_i. \quad (2)$$

В подъемных установках с постоянным радиусом R органа навивки можно моменты заменить усилиями, разделив уравнение (2) на R ,

$$\frac{M_{\text{дв}}}{R} = \frac{M_{\text{ст}}}{R} + \frac{M_i}{R}$$

или

$$F_{\text{дв}} = F_{\text{ст}} + F_{\text{дин}}, \quad (3)$$

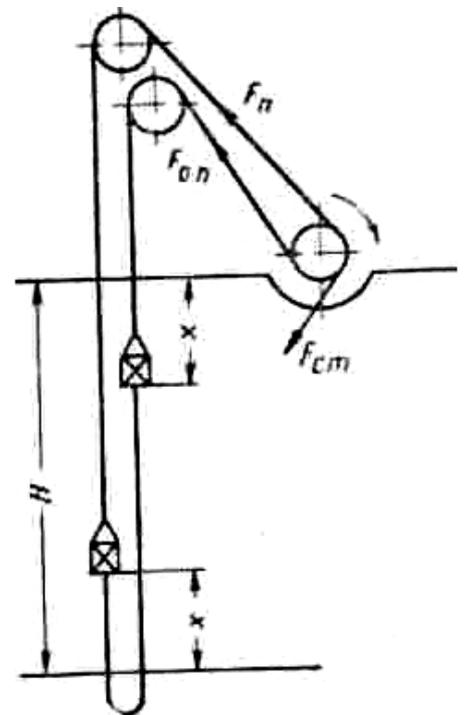


Рис. 32. Схема подъемной установки с хвостовым канатом

где $F_{\partial\partial}$ - движущее усилие на окружности навивки;
 F_{cm} - усилие на окружности навивки от статических сопротивлений;
 $F_{дин}$ - инерционный сопротивления – динамическая составляющая усилий.

Статическая составляющая движущего усилия равна разности натяжения канатов от статической нагрузки на окружности органа навивки (рис. 32)

$$F_{cm} = F_{\Pi} - F_{ОП}. \quad (4)$$

Для определения натяжения поднимающейся и опускающейся ветвей каната от статической нагрузки при подъеме полезного груза массой m_{Π} рассмотрим схему подъемной установки (рис. 1) в такое мгновение подъема, когда сосуды прошли путь x с начала движения их от приемных площадок.

Натяжение ветвей каната от статических нагрузок, в которые включены также силы сопротивления движению, будут равны:

поднимающейся ветви каната

$$F_{\Pi} = [m_{\Pi} + m_m + p(H - x) + qx + ph_p + qh_q + ph_{\Pi} - pl_{\Pi} \sin \varphi_{\Pi}]g + w_{\Pi}; \quad (5)$$

опускающейся ветви каната

$$F_{ОП} = [m_m + px + p(H - x) + ph_p + qh_q + ph_{ОП} - pl_{ОП} \sin \varphi_{ОП}]g - w_{ОП}, \quad (6)$$

где, кроме обозначений, указанных на рис. 1, приняты следующие:

m_{Π} – масса поднимаемого груза, кг;

m_m – масса подъемного сосуда и вагонеток, кг;

p и q – масса 1 м соответственно головного и подвесного канатов,

кг;

h_p и h_q – длины соответственно головного и подвесного канатов в зачалках, м;

h_{Π} и $h_{ОП}$ – расстояния от верхней приемной площадки до оси соответствующего направляющего шкива, м;

l_{Π} и $l_{ОП}$ – длины струн канатов соответственно поднимающейся и опускающейся ветвей, м;

φ_{Π} и $\varphi_{ОП}$ – углы наклона струн каната к горизонту;

w_{Π} и $w_{ОП}$ – сопротивления движению поднимающегося и опускающегося сосудов, направленные против направления движения сосудов.

Вычитая из уравнения (5) уравнение (6) и учитывая, что

$$l_{\Pi} \sin \varphi_{\Pi} \approx l_{\Pi О} \sin \varphi_{\Pi О} \text{ и } h_{\Pi} \approx h_{ОП},$$

получим

$$F_{cm} = [m_{\Pi} - (q - p)(H - 2x)]g + w_{\Pi} + w_{ОП}. \quad (7)$$

Запишем уравнение (7) в следующем виде:

$$F_{cm} = \left[m_{\Pi} + \frac{w}{g} - (q - p)(H - 2x) \right] g,$$

где $w = w_{\Pi} + w_{ОП}$ – суммарные вредные сопротивления движению, вызываемые трением направляющих лап о шахтные проводники, изгибом и трением

канатов на барабанах и направляющих шкивах, трением в подшипниках, а также сопротивлением воздуха движению сосудов.

Величину вредных (шахтных) сопротивлений выражают в долях от величины поднимаемого груза. Объединяя вес полезного груза с шахтными сопротивлениями, получим

$$m_{II}g + w = m_{II}g \left(1 + \frac{w}{m_{II}g} \right) = km_{II}g, \quad (8)$$

где $k = 1 + \frac{w}{m_{II}g}$ – коэффициент шахтных сопротивлений. При

проектировании принимают: $k=1,2$ для клетевых подъемов; $k=1,15$ – для скиповых подъемов при емкости скипов до 20 т и $k=1,1$ для скиповых многоканатных подъемов при емкости скипов 20-50 т при роликовых направляющих, применяемых вместо скользящих лап.

Введя обозначение $\Delta = q - p$, получим уравнение, выражающее статическое усилие на барабанах, в более удобном для анализа виде

$$F_{cm} = [km_{II} - \Delta(H - 2x)]g. \quad (9)$$

Динамическая составляющая движущего усилия определяется силами инерции движущихся элементов подъемной системы

При работе подъемной установки барабаны с навитыми на них канатами, колеса зубчатой передачи, двигатель и направляющие шкивы совершают вращательное движение, а подъемные канаты, находящиеся в стволе шахты, с прикрепленными к ним сосудами – поступательное движение.

Ввиду того что отдельные элементы подъемной системы, совершающие вращательное движение, находится на различных радиусах от оси вращения и движутся с различными линейными ускорениями (ротор двигателя, шестерни редуктора, элементы массы барабанов и шкивов), необходимо условно их массу привести к окружности навивки, что и масса поступательно движущихся частей. Подобное приведение массы совершается на основе равенства кинетической энергии вращающегося тела.

Приведенная к окружности органа навивки масса по своей величине будет отличаться от фактической массы в ту или иную сторону в зависимости от величин линейной скорости данного элемента массы вращающихся частей и радиуса окружности, по которой он совершает движение.

Динамическую составляющую движущего усилия $F_{дин}$ определяют как произведение приведенной массы движущихся частей подъемной системы на линейное ускорение:

$$F_{дин} = (m_{пост} + m_o) a = m_i a, \quad (10)$$

где $m_{пост}$ – суммарная масса поступательно движущихся частей, приведенная к окружности навивки через канаты, кг;

m_o – масса вращающихся частей, приведенная к окружности навивки, кг.

Подставив в формулу (3) значения $F_{ст}$ из выражения (9) и $F_{дин}$ из выражения (10), получим основное уравнение динамики подъема, впервые выведенное акад. М. М. Федоровым,

$$F_{об} = [km_{II} - \Delta(H - 2x)]g + m_i a. \quad (11)$$

Анализ уравнения (11) показывает, что статическая составляющая усилия на валу барабана $F_{ст} = [km_{II} - \Delta(H - 2x)]g$ в течение одного подъема может изменяться как по величине, так и по знаку.

Рассмотрим диаграммы изменения статических усилий на окружности навивки в функции перемещения клетей для трех случаев.

Система без уравнивающего подвесного каната ($q = 0; \Delta = -p$).

На рис. 2 изображена диаграмма $F_{ст} = f(x)$ для этого случая, построенная по трем точкам: а) $x=0; F'_{ст} = (km_{II} + pN)g$; б) в момент встречи клетей $x=0,5N; F''_{ст} = km_{II}g$; в) в конце подъема $x=N; F'''_{ст} = (km_{II} - pN)g$.

Диаграммы движущих усилий.

Подъемную систему, у которой статический момент на валу барабана изменяется с изменением длины перемещающихся в стволе канатов, называют статически неуравновешенной.

При большой глубине шахты и тяжелом головном канате в статически неуравновешенной системе подъема двигатель работает со значительной перегрузкой в начале подъема и с отрицательным моментом на валу в конце подъема, создаваемым опускающейся ветвью каната. Такое изменение нагрузочного момента на валу двигателя в течение цикла подъема ведет к необходимости увеличения мощности двигателя, затрудняет управление машиной, а приложение больших тормозных моментов в конце движения понижает безопасность эксплуатации подъемной установки.

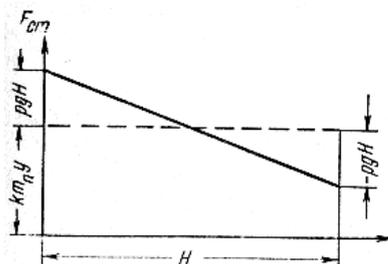


Рис. 33. Диаграмма изменения статических усилий при неуравновешенной системе подъема

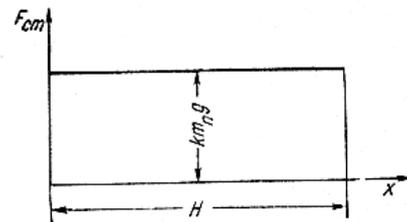


Рис. 34. Диаграмма изменения статических усилий при подвеске

Система с равновесным хвостовым канатом ($\Delta = q - p = 0; q = p$).

В случае подвески равновесного хвостового каната произойдет полное уравнивание веса головного каната. Подъемную систему, у которой статический момент на валу барабана на протяжении всего пути Y остается постоянным: $M_{ст} = km_{II} g R = const$, называют статически уравновешенной. На рис. 34 представлена диаграмма статических усилий при подвеске равновесного хвостового каната.

Система с тяжелым хвостовым канатом ($\Delta = q - p > 0$).

В подъемных установках с тяжелыми сосудами (многоэтажные неопрокидные клетки) при подъеме с большой глубины, а также в подъемных

установках со шкивами трения иногда целесообразно подвешивать тяжелый хвостовой канат ($q > p$) и за счет избытка массы хвостового каната (по отношению к массе головного каната) снизить статические сопротивления в начале подъема и этим до некоторой степени компенсировать инерционные (динамические) сопротивления.

С другой стороны, в конце подъема при больших движущихся массах инерционные сопротивления стремятся продолжить движение, но возрастающие статические сопротивления за счет поднимающегося тяжелого каната оказывают тормозящее воздействие на подъемную систему.

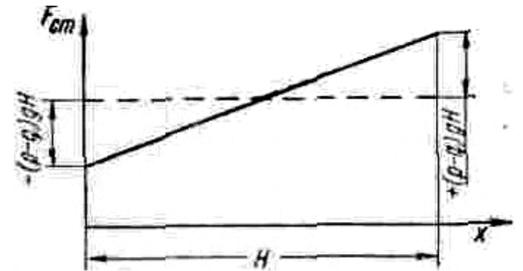


Рис. 35. Диаграмма изменения статических усилий при тяжелом хвостовом канате

Диаграмма изменения $F_{ст} = f(x)$ подвеске тяжелого хвостового каната представлена на рис. 35.

Уравновешивание подъемных систем посредством хвостовых канатов широко распространено в практике рудничного подъема, однако не на всех шахтах целесообразно и возможно их применение, даже если по условиям уравновешенности имеется в этом необходимость.

С навеской хвостового каната усложняется эксплуатация подъемной установки вследствие: 1) невозможности производить подъем одновременно двумя сосудами с разных горизонтов; 2) увеличения напряжений в головном канате от вибрации хвостового каната; 3) затрудненной навески и смены канатов; 4) увеличения массы прицепных устройств сосудов и приведенной массы движущихся элементов подъемной системы за счет массы хвостового каната.

На основании уравнения (11) в зависимости от принятого закона движения (диаграммы скорости) и системы подъема (статически уравновешенной или неуравновешенной) можно

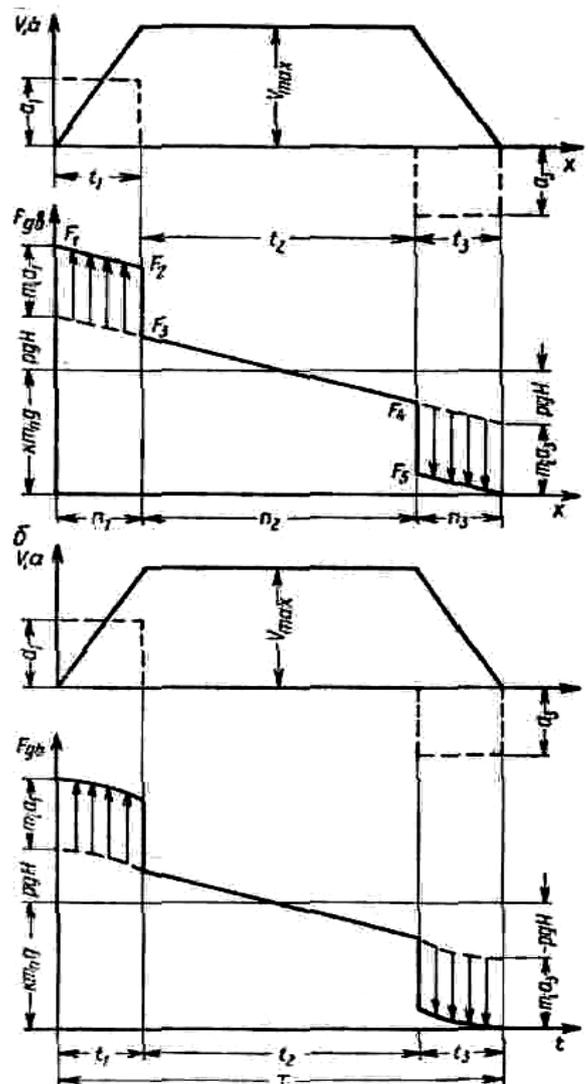


Рис. 36. Диаграмма движущих усилий: а-в функции пути; б-в функции времени

изобразить графически изменение $F_{дв} = f(x; a)$ в виде диаграммы движущих усилий.

На рис. 36, а построена диаграмма изменения движущих усилий на окружности навивки в функции пройденного пути для статически неуравновешенной системы подъема и движения по трехпериодной трапецеидальной диаграмме скорости, в которой $a = a_1 = const$ в период разгона и $a = -a_3 = const$ в период замедления. Построение диаграммы проводилось по характерным точкам:

начала движения: $x = 0; a = a_1$

$$F_1 = (km_{II} + pH)g + m_i a_i;$$

конца ускоренного движения: $x = h_1; a = a_1$

$$F_2 = [km_{II} + p(H - 2h_1)]g + m_i a_i;$$

начала равномерного движения: $x = h_1; a = 0$

$$F_3 = [km_{II} + p(H - 2h_1)]g;$$

конца равномерного движения: $x = h_1 + h_2; a = 0$

$$F_4 = \{km_{II} + p[H - 2(h_1 + h_2)]\}g;$$

начала замедленного движения: $x = h_1 + h_2; a = -a_3$

$$F_5 = \{km_{II} + p[H - 2(h_1 + h_2)]\}g - m_i a_3;$$

конца движения: $x = H; a = -a_3$

$$F_6 = (km_{II} - pH)g - m_i a_i;$$

В практических расчетах диаграммы движущих усилий, как и диаграммы скорости, удобно строить в функции продолжительности движения, т. е. $F_{дв} = f(t)$. Для установления такой зависимости необходимо x в уравнении (11) выразить в функции времени.

Контрольные вопросы.

1. Основные параметры уравнения динамики подъема.
2. Как определяются диаграммы движущих усилий.

Лекция № 11

Особенности подъемных систем со шкивами трения.

План.

1. Надежность сцепления каната с движущим шкивом.
2. Допустимое ускорение подъемной системы со шкивом трения.

Цель: изучение студентов надежности сцепления каната с движущимся шкивом, определение допустимого ускорения подъемной системы со шкивом трения. Построение графика изменения динамического коэффициента безопасности против скольжения.

Отличительной особенностью подъемных установок с движущими шкивами трения является передача движущего усилия от шкива к канату не путем жесткой их связи, а посредством сил трения, возникающих между канатом и футеровкой на желобе шкива.

Расчет подъемных установок со шкивами трения производится аналогично расчету подъемных установок с цилиндрическими барабанами, но требует последующей проверки на условие нескольжения каната.

Для надежного сцепления каната со шкивом за счет сил трения требуется установить соответствующий режим работы машины, при котором не происходило бы скольжения каната.

Надежность сцепления каната с движущим шкивом.

Из общей теории передачи гибкой нитью известно, что скольжение каната в сторону большего натяжения не произойдет при условии, если

$$F_{нб} = F_{сб} e^{\mu\alpha}, \quad (1)$$

где $F_{нб}$ – натяжение набегающей (груженой) ветви каната от статической нагрузки;

$F_{сб}$ – натяжение сбегающей ветви каната от той же нагрузки;

α – угол обхвата канатом шкива;

μ – коэффициент трения футеровки желоба шкива.

Максимальная разность статических натяжений на ободке шкива при подъеме груза

$$F_{ст.макс} = F_{ст.нб} - F_{ст.сб} = F_{ст.сб} (e^{\mu\alpha} - 1).$$

Во избежание скольжения каната при движении шкива силы трения должны быть больше разности статических натяжений, т.е.

$$F_{ст.сб} (e^{\mu\alpha} - 1) > (F_{ст.нб} - F_{ст.сб}). \quad (2)$$

Неравенство (2) можно записать в виде отношения

$$u_{ст} = \frac{F_{ст.сб} (e^{\mu\alpha} - 1)}{(F_{ст.нб} - F_{ст.сб})} > 1, \quad (3)$$

где $u_{ст}$ – статический коэффициент безопасности против скольжения.

В соответствии с требованиями безопасности при проектировании подъемных установок $u_{ст} \geq 1,75$.

Для получения столь высокой надежности против скольжения рекомендуется идти по пути увеличения: 1) угла обхвата α ; 2) коэффициент трения μ ; 3) натяжения сбегающей ветви $F_{см.сб.}$.

На рис. 37 представлены различные схемы многоканатных подъемных установок, в которых различным расположением отклоняющих шкивов достигается увеличение угла обхвата до 360° . Однако лучшей из них (в смысле работоспособности канатов) является схема с $\alpha=180^\circ$ (рис. 37, а) и наиболее распространенной (рис. 37, б), в которой при помощи отклоняющего шкива сближаются отвесы канатов и увеличивается α до $195 - 210^\circ$. Желобы шкива футеруются материалами с высоким коэффициентом трения; так, например, для дуба $\mu=0,15$, для футеровки из кожи $\mu=0,2$, прессмасс $\mu=0,25$ и наиболее высокий $\mu=0,3$ для футеровки из прорезиненной ткани.

Коэффициент безопасности против скольжения резко возрастает с увеличением натяжения сбегающей ветви $F_{см.сб.}$, осуществляемым хвостовых канатов многоканатных установках. В многоканатных установках при

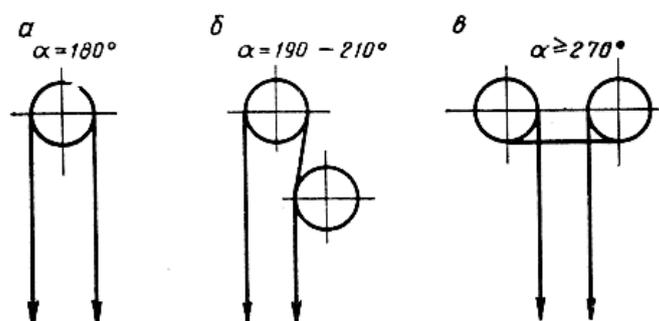


Рис. 37. схемы многоканатных подъемных установок

подъеме с небольших глубин для увеличения $F_{см.сб.}$ прибегают к навеске сосудов с большим собственным весом.

Анализируя формулу (4), можно прийти к выводу, что подъемные установки со шкивами трения будут работать в более благоприятных условиях при подъеме с глубоких шахт (с увеличением H увеличивается $F_{см.сб.}$), что в этих установках нельзя производить подъем в опрокидных скипах (в двухскиповом исполнении) из-за неуравновешенности их масс в период движения в разгрузочных кривых и снижения $F_{см.сб.}$.

Необходимость загрузки и разгрузки сосудов на весу и невозможность применения посадочных кулаков в этой системе подъема также объясняется $F_{см.сб.}$ и скольжением канатов.

Допустимое ускорение подъемной системы со шкивом трения.

Скольжение каната вокруг шкива может быть вызвано не только уменьшением $F_{см.сб.}$ или пониженным коэффициентом трения, но и резким ускорением системы и резким торможением. Поэтому при расчете подъемной установки со шкивом трения величина ускорения принимается не только по условиям ПБ для грузо-людских подъемов (a_1 и $a_3 \leq 0,75 \text{ м/сек}^2$) или получения небольших динамических напряжений в подъемной системе для грузовых подъемов (a_1 и $a_3 = 0,8 \div 1,0 \text{ м/сек}^2$), но также из условия нескольжения каната. Натяжение набегающей ветви каната с учетом динамических сопротивлений

$$F_1 = F_{cm.n\bar{o}} + m_{n\bar{o}} a . \quad (4)$$

Натяжение сбегающей ветви каната с учетом динамических сопротивлений

$$F_2 = F_{cm.c\bar{o}} - m_{c\bar{o}} a . \quad (5)$$

Подставив в уравнение (3) значения F_1 и F_2 из (4) и (5), получим

$$u_i = \frac{F_{cm.c\bar{o}} - m_{c\bar{o}} a}{F_{cm} + (m_{n\bar{o}} + m_{c\bar{o}}) a} (e^{\mu\alpha} - 1), \quad (6)$$

где u_i – динамический коэффициент безопасности против скольжения.

В случае статически уравновешенной подъемной системы, когда $q=p$, или при многоканатным подъеме ($q_{x.k} H n_{x.k} = p_{z.k} H n_{z.k}$) $F_{cm.c\bar{o}}$ и F_{cm} остаются постоянными и, следовательно, u_i – является функцией ускорения a . Если в уравнение (6) подставить значения $a=a_1$ и $a=0$ и $a=-a_3$ для каждого периода движения сосудов при трапецеидальной диаграмме скорости, то получим разные значения динамического коэффициента безопасности против скольжения.

На рис. 38 представлен график изменения $u_i = f(t)$, из которого видно, что минимальное значение динамический коэффициент безопасности против скольжения имеет в период разгона, а следовательно, наиболее возможное скольжение канатов по шкиву. Обычно допускается, чтобы $u_{i\min} = 1,2 \div 1,25$, тогда из (6) можно определить допускаемое ускорение из условия нескольжения

$$a_1 \leq \frac{F_{cm.c\bar{o}} (e^{\mu\alpha} - 1) - u_{i\min} F_{cm}}{u_{i\min} (m_{n\bar{o}} + m_{c\bar{o}}) + m_{c\bar{o}} (e^{\mu\alpha} - 1)}. \quad (7)$$

В конце движения при резком торможении натяжение набегающей ветви может стать меньше натяжения сбегающей ветви

$$F_1 = F_{cm.n\bar{o}} - m_{n\bar{o}} a_3; \quad F_2 = F_{cm.c\bar{o}} + m_{c\bar{o}} a_3$$

Коэффициент безопасности против скольжения для этого периода

$$u_{i3} = \frac{F_{cm.n\bar{o}} - m_{n\bar{o}} a_3}{(m_{n\bar{o}} + m_{c\bar{o}}) a_3 - F_{cm}} (e^{\mu\alpha} - 1) \quad (8)$$

может стать меньше u_i и тогда произойдет скольжение.

В качестве привода подъемных машин наиболее приемлемым является привод системы Г – Д, при котором устраняется резкое приращение скорости, а следовательно, более надежная работа установки в смысле износа футеровок и канатов, а также нескольжения канатов.

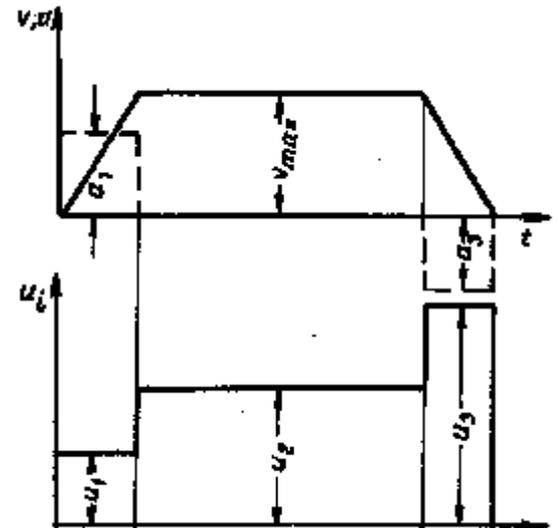


Рис. 38. График изменения динамического коэффициента безопасности против скольжения при навеске равновесного хвостового каната

Контрольные вопросы.

1. Определение надежности сцепления каната с движущим шкивом.
2. Как определяется допустимое ускорение подъемной системы со шкивом трения.

Лекция № 12

Особенности подъемных систем на карьерах.

План.

1. Схемы, составные элементы и эксплуатационные особенности канатных подъемников.
2. Эксплуатационные параметры канатного подъемника.
3. Классификация канатных подъемных установок.

Цель: Изучение студентами схем, эксплуатационных особенностей канатных подъемников, определение эксплуатационных параметров канатного подъемника. Изучение классификации канатных подъемных установок на карьерах.

Схемы, составные элементы и эксплуатационные особенности канатных подъемников.

В единой цепи карьерного транспорта канатный подъем является промежуточным звеном, представляющим комплекс стационарного оборудования, служащего для подъема полезного ископаемого и вскрышных или концентрационных горизонтов карьера на поверхность, а также для спуска и подъема людей, материалов и оборудования. По характеру взаимодействия с остальными звеньями комбинированного карьерного транспорта канатные подъемники подразделяют на клетевые и скиповые.

Клетевой подъемник (рис. 39, а) служит для подъема грузов вместе с транспортными

сосудами (вагонами, автосамосвалами), в которых горная масса доставляется от забоев к обменным пунктам.

В пункте погрузки П подъемники грузовой самосвал 7 въезжает на клеть-платформу 5, которая затем поднимается по наклонной трассе 6 к пункту разгрузки Р.

Перемещение по трассе подъемника осуществляется

тяговым усилием, создаваемым подъемной машиной (лебедкой) 1 и головным канатом 2, к концу которого присоединена клеть-платформа. Головные канаты огибают направляющие шкивы 3, размещенные на копровом устройстве 4. На поверхности автосамосвал съезжает с платформы подъемника и движется по

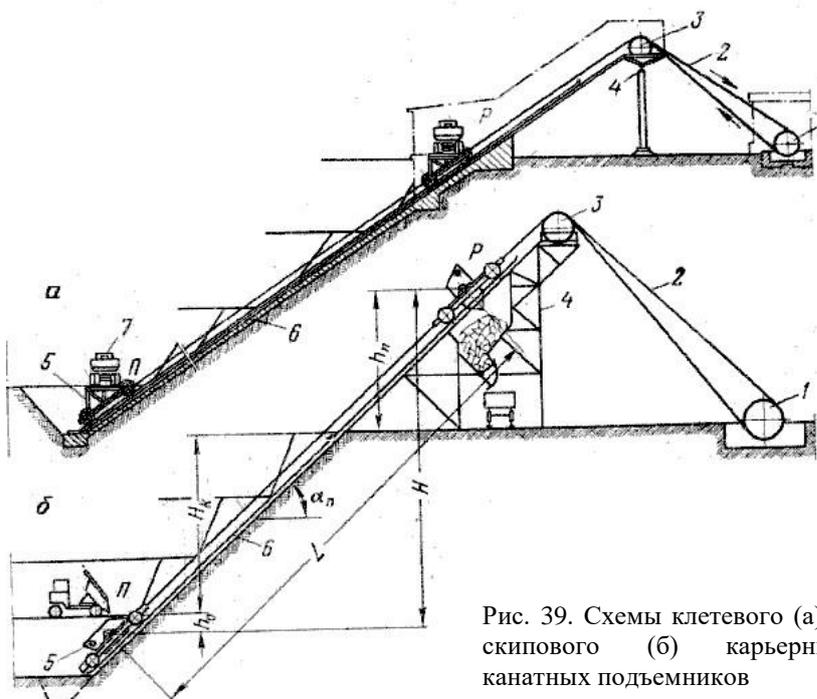


Рис. 39. Схемы клетевого (а) и скипового (б) карьерных канатных подъемников

автодорогам к конечному пункту транспортирования горной массы. Одновременно с подъемом груженых в обратном порядке спускают порожние самосвалы. Спуск и подъем людей производят в специальных людских клетях-вагонах, приспособленных для передвижения по наклонному рельсовому пути.

На скиповых подъемниках (рис. 39, б) доставленную из забоя горную массу в пункте П перегружают в специальные сосуды – скипы. После подъема на поверхность в пункте Р скипы опорожняются, а горная масса поступает непосредственно в технологический процесс обогатительной установки или транспортируется по поверхности карьера к конечному пункту доставки. Перегрузка горной массы из средств призабойного транспорта в скипы может быть непосредственной, как это показано на рис. 1, или через промежуточную емкость – бункер.

Бункерная погрузка обеспечивает относительную независимость работы канатного подъемника с остальными звеньями комбинированного транспорта и увеличивает его производительность за счет полной автоматизации и сокращения продолжительности перегрузочных операций. Однако капитальные затраты на сооружение перегрузочных бункеров сравнительно велики, особенно при большой грузоподъемности скипов. Кроме того, велика трудоемкость переноски по мере углубки карьера.

Подъемники, в которых движение грузов осуществляется канатом, постоянно соединенным своим концом с подъемным сосудом, называют концевыми в отличие от подъемных установок с бесконечными канатами. В последних к непрерывно движущемуся канату с некоторым интервалом по его длине периодически присоединяют транспортные сосуды, которые после подъема на поверхность от каната отсоединяют. Такие подъемники не получили распространения на карьерах из-за ряда присущих им недостатков.

Совокупность подвижных элементов канатного подъемника образует так называемую подъемную систему, в которую в простейшем случае входят подъемная машина с приводом, головные канаты, направляющие шкивы, подъемные сосуды с прицепными устройствами. Стационарный комплекс включает в себя трассу канатного подъемника с размещенными на ней рельсовым путем и канатоподдерживающими, роликками, перегрузочные пункты, копры и задания подъемных машин.

Основной эксплуатационной особенностью концевого канатного подъема является малая продолжительность рабочего цикла - интервала времени между очередными перегрузочными операциями. При таком режиме работы продолжительность периодов ускорения и замедления соизмерима с временем равномерного движения подъемной системы. Поэтому мощность привода, расход энергии, а следовательно, и экономика канатного подъема в значительной степени зависят от инерционных нагрузок, возникающих в периоды неустановившихся движений.

Эксплуатационные параметры канатного подъемника.

Работу канатного подъемника характеризуют полная высота подъема груза, угол наклона трассы, производительность, грузоподъемность, кинематический режим подъемной системы, мощность и к.п.д.

Полную высоту подъема (м) груза из карьера в общем случае определяют следующим образом

$$H = H_k + h_o + h_{II}, \quad (1)$$

где H_k – глубина расположения нижней площадки карьера или его концентрационного горизонта относительно поверхности;

h_{II} – величина переподачи сосуда над поверхностью для разгрузки;

h_o – глубина опускания подъемного сосуда ниже концентрационного горизонта. При клетевом подъеме, очевидно, $h_o + h_{II} = 0$ и $H = H_k$.

Наклонная высота подъема (м) при известном угле наклона трассы α_{II} подъемника

$$L = H / \sin \alpha_{II}. \quad (2)$$

Часовая производительность подъемной установки определяется величиной годового грузопотока карьера:

$$Q_{ч} = k_p \frac{Q_g}{z t_{ч}}, \quad (3)$$

где $Q_{ч}$ – часовая производительность, т/ч;

Q_g – грузопоток карьера – масса груза, перемещаемая подъемником в течение года, т;

z – число рабочих дней в году;

$t_{ч}$ – число часов работы подъема в сутки;

k_p – коэффициент, учитывающий неравномерность работы подъемника и других звеньев комбинированного карьерного транспорта; $k_p = 1,15-1,5$ и зависит от схемы перегрузочного пункта.

Необходимая часовая производительность подъемника обеспечивается определенной грузоподъемностью и соответствующим кинематическим режимом подъемной системы:

$$Q_{ч} = Q_{гп} n_{ч} = Q_{гп} 3600 / T_{ц}, \quad (4)$$

где $Q_{гп}$ – грузоподъемность (масса груза, поднимаемого за один рабочий цикл) установки, т; $n_{ч}$ – число подъемов в час; $T_{ц}$ – продолжительность цикла подъема, с; $P_{ч}$ и $\Gamma_{ц}$ являются обобщенными числовыми характеристиками кинематического режима подъемной системы.

Одним из числовых параметров кинематического режима, дающим представление в первом приближении о соотношении между периодами установившегося и неустановившихся движений, является степень неполноты диаграммы скорости подъема:

$$\lambda = v_{\max} / v_{ср}, \quad (5)$$

где v_{\max} – максимальная скорость установившегося подъемного сосуда, соответствующая номинальной частоте вращения привода; $v_{ср}$ – средняя скорость движения сосуда,

$$v_{cp} = L/T, \quad (6)$$

где T —полная продолжительность подъема, с.

Классификация канатных подъемных установок.

По назначению подъемники подразделяют на главные (грузовые), обслуживающие грузопотоки вскрышных пород и полезного ископаемого, и вспомогательные (людские и грузолюдские), служащие для подъема и спуска людей, материалов и оборудования.

По углу наклона трассы различают вертикальные и наклонные канатные подъемники. Среди последних выделяют пологие ($\alpha_n \leq 20\text{—}25^\circ$) и крутые ($\alpha_n \geq 60^\circ$).

По расположению относительно поверхности карьера подъемники могут быть подземными, располагаемыми в шахтных стволах, и открытыми, размещаемыми в открытых траншеях на нерабочем борту карьера.

По количеству сосудов, приводимых в движение одной подъемной машиной, установки подразделяют на однососудные (одноконцевые) и двухсосудные (двухконцевые).

По типу приводного органа канатные подъемники подразделяют на два класса: барабанные и со шкивами трения. В первом случае канат жестко связан с приводным органом (барабаном) и приводится в движение путем навивки на его поверхность в один или несколько слоев, во втором—канат огибает канатоведущий шкив и приводится в движение силами трения, возникающими между вращающимся шкивом и прижатым к нему канатом.

По степени уравновешенности на валу подъемной машины нагрузок, обусловленных собственной массой подъемной системы, различают три типа установок: неуравновешенные, статически уравновешенные и динамически уравновешенные.

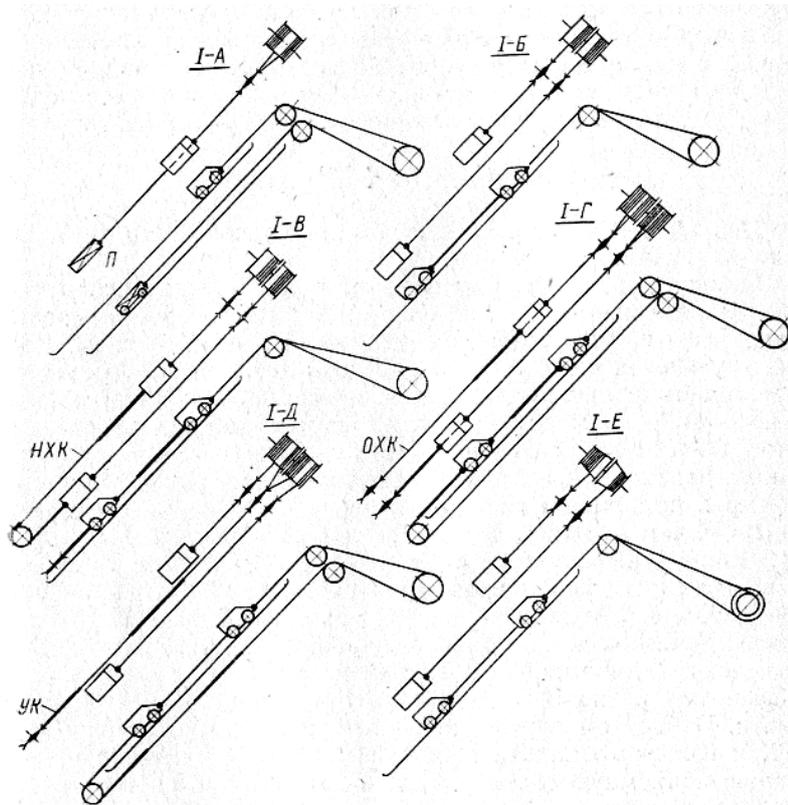


Рис. 40 Схемы одноканатных подъемных систем с загруженным головным канатом

Контрольные вопросы.

1. Эксплуатационные особенности канатных подъемников.
2. Определить параметры канатного подъемника.
3. Классификация канатных подъемных установок.

Лекция № 13

Особенности кинематики и динамики подъема при переменном радиусе навивки.

План.

1. Принцип уравнивания подъемных систем с помощью переменного радиуса навивки.
2. Кинематика подъема при переменном радиусе навивки.
3. Динамика подъема при переменном радиусе навивки.

Цель: Изучение принципов уравнивания подъемных систем с помощью переменного радиуса навивки, определение основных параметров кинематики и динамики подъема.

Принцип уравнивания подъемных систем с помощью переменного радиуса навивки.

Уменьшить влияние веса перемещающихся по стволу канатов на работу привода подъемной машины или, как принято называть, уравновесить подъемную систему можно не только путем подвески хвостового каната, но и применением органов навивки переменного радиуса.

Принцип такого уравнивания заключается в том, что для выравнивания статического момента на валу барабана при переменном статическом усилии должен изменяться и радиус навивки.

В этом случае уменьшение статического натяжения навивающейся ветви каната по мере подъема груза к верхней приемной площадке должно сопровождаться одновременным возрастанием радиуса навивки, а увеличение натяжения свивающейся ветви – его убыванием.

Теоретическими исследованиями установлено, что подъемные установки с переменным радиусом навивки дают возможность путем придания барабану соответствующего профиля осуществить:

уравнивание веса составных частей подъемной установки (канатов и подъемных сосудов);

получение постоянного статического момента на валу барабана;
частичное и полное динамическое уравнивание.

Установим, в каком соотношении должны быть радиусы навивки большого R_{δ} и малого R_m при условии равенства статических моментов в начале и конце подъема.

Статический момент на валу барабана в начале подъема равен

$$M_{ст.н} = (m_{\Pi} + m_m + pH)gR_m - m_m gR_{\delta}, \quad (1)$$

а в конце подъема он станет

$$M_{ст.к} = (m_{\Pi} + m_m)gR_{\delta} - (m_m + pH)gR_m. \quad (2)$$

Приравняв $M_{ст.н}$ и $M_{ст.к}$ получим

$$\frac{R_{\delta}}{R_m} = 1 + \frac{pH}{m_m + 0,5m_{\Pi}}, \quad (3)$$

где p — масса 1 м каната, кг;
 H — высота подъема, м;

m_m — масса подъемного сосуда, кг;

m_n — масса поднимаемого груза, кг.

Расчеты показывают, что для сохранения статического момента за весь период подъема постоянным необходимо иметь криволинейную образующую поверхность барабана (коноидальный барабан). Такие барабаны ввиду сложности изготовления, громоздкости и необходимости изготавливать их для каждой шахты и для каждого подъемного сосуда в отдельности не применяются.

Из органов навивки переменного радиуса в настоящее время практическое значение имеют бицилиндроконические барабаны. Применение бицилиндроконических барабанов является приближенным решением задачи статического уравновешивания подъемной системы (рис. 2).

В настоящее время НКМЗ выпускает подъемные машины, имеющие бицилиндроконический барабан с отношением диаметров: $y = 1,78$; $y = 1,8$ и размерами секций: малого цилиндра $5\phi = 840$ мм, конуса $5\phi = 1000$ мм, большого цилиндра $B\phi = 2000$ и 2500 мм. Эти машины рассчитаны на подъем груза канатом диаметром 56 и 60 мм и применяются для шахт глубиной 700—1200 м.

Кинематика подъема.

Исходными данными для проектирования диаграммы скорости являются: высота подъема H , продолжительность движения T и допустимые значения линейных ускорений a_1 и a_2 а также в случае скиповых подъемов допустимые скорости движения в разгрузочных кривых v_0 , v_a и путь в кривых h_0 .

Ввиду того что навивающаяся и свивающаяся ветви каната вследствие различных диаметров навивки движутся с различными линейными скоростями, в основу расчета кинематики диаграмма принимается угловой скорости.

Диаграммы угловой скорости вращения барабана проектируют в зависимости от типа принятого двигателя: для асинхронного - трапецеидальные, для системы Г—Д с переменным ускорением. Последнее иногда бывает необходимо для уменьшения пика мощности в конце периода ускорения системы и уменьшения нагрузки на подстанцию. Следует отметить, что в настоящее время при большой мощности шахтных подстанций вопрос уменьшения пиковой нагрузки потерял свое значение, поэтому и при системе привода Г—Д можно принимать трапецеидальные диаграммы скорости.

Угловая скорость барабана при выходе порожнего скипа с разгрузочных кривых

$$\omega_0 = \frac{v_0}{R_{\phi.ц}}, \text{ рад/сек} \quad (4)$$

Линейное ускорение при движении порожнего скипа в разгрузочных кривых

$$a_0 = \frac{2h_0}{v_0}, \quad \text{м/сек}^2 \quad (5)$$

Угловое ускорение барабанов в тот же период

$$\varepsilon_0 = \frac{a_0}{R_{\text{б.ц}}}, \quad \text{рад/сек}^2 \quad (6)$$

Время движения порожнего скипа в разгрузочных кривых

$$t_0 = \frac{\omega_0}{\varepsilon_0}, \quad \text{сек.} \quad (7)$$

Угол поворота барабана за это время

$$\Phi_0 = \omega_0 t_0, \quad \text{рад.} \quad (8)$$

Угловое ускорение и замедление барабана при движении скипов вне разгрузочных кривых

$$\varepsilon_1 = \frac{a_1}{R_{\text{м.ц}}}; \quad \varepsilon_3 = \frac{a_3}{R_{\text{м.ц}}}. \quad (9)$$

Угловая скорость вращения барабана при входе груженого скипа в разгрузочные кривые

$$w_a = \frac{v_a}{R_{\text{б.ц}}}, \quad \text{рад/сек} \quad (10)$$

Линейное замедление при движении груженого скипа в разгрузочных кривых

$$a_4 = \frac{2h_0}{v_a}, \quad \text{м/сек} \quad (11)$$

Угловое замедление барабана в тот же период

$$\varepsilon_4 = \frac{a_4}{R_{\text{б.ц}}}; \quad \text{рад/сек}^2 \quad (12)$$

Время движения груженого скипа в разгрузочных кривых

$$t_4 = \frac{w_a}{\varepsilon_4}, \quad \text{сек} \quad (13)$$

Угол поворота барабана за это время

$$\Phi_4 = w_a t_4, \quad \text{рад} \quad (14)$$

Длина каната, навиваемого на малый цилиндр, из условия наибольшего статического уравновешивания

$$h_{\text{м.ц}} = \frac{m_M(1-y) + \rho H}{\rho(1+y^2)} \quad (15)$$

Число витков каната, навиваемого на малый цилиндр,

$$n_{\text{м.ц}} = \frac{h_{\text{м.ц}}}{\pi D_{\text{м.ц}}} \quad (16)$$

Следует проверить возможность размещения каната с учетом витков трения на малом цилиндре барабана принятой машины.

Длина каната, навиваемого на конус

$$h_k = \frac{\pi(D_{\text{б.ц}} + D_{\text{м.ц}})}{2} n_k \quad (17)$$

где n_k — число витков на конусе, согласно технической характеристике принятой машины.

Длина каната, навиваемого на большой цилиндр,

$$h_{\delta.ц} = H - h_{м.ц} - h_k \quad (18)$$

Число витков каната, навиваемого на большой цилиндр,

$$n_{\delta.ц} = \frac{h_{\delta.ц}}{\pi D_{\delta.ц}} \quad (19)$$

Угол поворота барабана за период подъема

$$\Phi = 2\pi(n_{м.ц} + n_k + n_{\delta.ц}) \quad (20)$$

Далее, приведя пятипериодную диаграмму угловой скорости к условной трехпериодной трапецеидальной, находим значение максимальной угловой скорости

$$w_{\max} = \varepsilon_0 - \sqrt{\varepsilon_0^2 - 2w_{cr}' \varepsilon_0} \quad (21)$$

где ε_0 — предел максимальной угловой скорости; при трапецеидальной диаграмме скорости определяется уравнением (22) по угловым ускорению и замедлению; при криволинейной диаграмме скорости с убывающим ускорением определяется по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_0}{\frac{4}{3\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_3}} \quad (22)$$

Условное время подъема T_0 , условный угол поворота Φ_0 и средняя угловая скорость w_{cr}' соответствующие условной трехпериодной диаграмме, определяются по методике, изложенной в главе V.

Необходимая скорость вращения двигателя

$$n_{ог} = \frac{30w_{\max}}{\pi} i \quad (23)$$

При двигателях постоянного тока чаще всего $i=1$.

Далее, по принятой скорости вращения двигателя определяется фактическая максимальная скорость вращения барабана и рассчитываются элементы диаграммы угловой скорости по методике, изложенной в главе V.

Следует указать, что в случае криволинейной диаграммы скорости продолжительность периода ускоренного движения, который должен заканчиваться при навивке каната на малый цилиндр и угол поворота барабана за этот период определяется по формулам

$$t_1 = \frac{2(w_{\max} - w_0)}{\varepsilon_1} \quad \Phi = \frac{1}{3} \varepsilon_1 t_1^2 + w_0 t_1 \quad (24)$$

Затем строятся диаграммы линейных скоростей поднимающегося и опускающегося подъемных сосудов, для чего нужно построить графики изменения радиуса навивки в функции времени $R=f(t)$.

Линейная скорость движения сосуда в каждый данный момент времени равна

$$v = wR \quad (25)$$

Линейное ускорение и замедление при навивке или свивке канатов с цилиндров ($R = \text{const}$)

$$a = wR \quad (26)$$

Ускорение сосудов при свивке или навивке каната на конусе ($e = \text{const}$)

$$a = w^2 \frac{D_{б.ц} - D_{м.ц}}{2m_k} \quad (27)$$

На рис. 182, а, бив показаны диаграммы скорости и радиусы навивки в функции времени.

Динамика подъема.

Момент вращения, который должен развивать двигатель на валу барабана, равен

$$M_{вр} = M_{ст} + M_{сопр} + M_i \quad (28)$$

Момент от статической нагрузки Л1ст определяют как разность статических моментов навивающейся и свивающейся ветвей

$$M_{ст} = [m_{II} + m_M + p(H - x_{ii})]gR_{II} - (m_M + pX_{OII})gR_{OII} \quad (29)$$

Вредные сопротивления $M_{сопр}$ принимают равными 10—20% среднего момента на валу барабана.

$$M_{сопр} = (0,1 \div 0,2)M_{ст.ср} \quad (30)$$

Динамическая составляющая M_i момента вращения на валу барабана равна

$$M_i = J \frac{dw}{dt} + \frac{w}{2} \frac{dJ}{dt} \quad (31)$$

Второе слагаемое в уравнении (31) учитывает динамическую составляющую момента в период равномерного вращения барабана, которая возникает вследствие изменения линейной скорости поступательно движущихся частей подъемной системы при изменении радиуса навивки канатов.

Исследования проф. Г. М. Еланчика [15] показывают, что численное значение последнего члена формулы (31) незначительно и им можно пренебречь.

Таким образом, основное уравнение для определения движущего момента на валу барабана в соответствии с формулами (28) и (31):

$$M_{вр} = M_{ст} + M_{сопр} + J \frac{dw}{dt} \quad (32)$$

Суммарный момент инерции всех движущихся частей подъемной системы относительно оси вращения барабана равен

$$J = J_{вр} + J_{нв} + J_{св} \quad (33)$$

Момент инерции $J_{вр}$, приведенный к оси вращения барабана всех вращающихся частей подъемной системы, равен

$$J_{вр} = J_б + J_я + J_к + J_{з.п} \quad (34)$$

где $J_{\delta} = \frac{(GD^2)_{\delta}}{4}$ - момент инерции барабана, приведенный к оси вращения;

$J_{я} = \frac{(GD^2)_{я} i^2}{4}$ - момент инерции якоря (ротора) двигателя, приведенный к оси вращения барабана;

J_k — момент инерции одной ветви каната, навитого на все секции барабана;

$J_{з.п} = \frac{(GD^2)_{з.п}}{4}$ - момент инерции зубчатой передачи, приведенный к оси вращения барабана.

Момент инерции одной ветви каната на барабана равен

$$J_k = p(h_{м.ц} R_{м.ц}^2 + h_k \frac{R_{м.ц} + R_{б.ц}}{2} + h_{б.ц} R_{б.ц}^2) \quad (35)$$

Моменты инерции поступательно движущихся частей подъемной системы $H_{нв}$ и $H_{св}$ равны

$$J_{нв} = m_{нв} R_{нв}^2 : J_{св} = m_{св} R_{св}^2 \quad (36)$$

Массы поступательно движущихся частей подъемной системы определяются в начале и в конце подъема; при этом пренебрегают изменением длины отвеса каната в результате его свивки и навивки в период ускоренного или замедленного вращения барабана.

Массы поступательно движущихся частей равны:
в начале подъема

$$\begin{aligned} m_{нв} &= m_{п} + m_{М} + p(H_0 + l_s) + m_{иш} \\ m_{св} &= m_{М} + p(H_0 - H + l_s) + m_{иш} \end{aligned} \quad (37)$$

в конце подъема

$$\begin{aligned} m_{нв} &= m_{п} + m_{М} + p(H_0 - H + l_s) + m_{иш} \\ m_{св} &= m_{М} + p(H_0 + l_s) + m_{иш} \end{aligned} \quad (38)$$

Диаграмма мощности на валу барабана строится путем умножения ординат точек диаграммы движущих моментов на соответствующие им ординаты точек диаграммы угловой скорости

$$N = \frac{Mw}{1000}, \text{ квт} \quad (39)$$

Контрольные вопросы.

1. Принцип уравновешивания подъемных систем с помощью переменного радиуса навивки.
2. Основные исходные параметры кинематики подъема.
3. Основные исходные параметры динамики подъема.

Лекция № 14

Определение мощности двигателя, расхода электроэнергии и К.П.Д. подъемной установки.

План.

1. Определение ориентировочной мощности двигателя.
2. Расход электрической энергии и к. п. д. подъемной установки.

Цель: определение ориентировочной мощности двигателя, расхода электрической энергии и к. п. д. подъемной установки.

Определение ориентировочной мощности двигателя

Для того чтобы, установить, какой тип привода (асинхронный или система Г—Д) будет установлен на подъемной машине, необходимо заранее ориентировочно знать мощность двигателя, имея в виду, что до 1000 кет рекомендуется устанавливать асинхронный двигатель, а свыше этой мощности—двигатель постоянного тока, управляемый по системе Г—Д.

Простота схемы, эксплуатационная надежность и относительно невысокая стоимость обеспечивают широкое применение асинхронного двигателя в качестве привода подъемной машины.

Ранее основной причиной ограничения в шахтном подъеме мощности асинхронных двигателей величиной 1000 квт служило отсутствие реверсирующих и роторных контакторов большой мощности.

При современном уровне развития отечественного электромашиностроения выпуск мощных асинхронных двигателей и пусковой аппаратуры к ним не вызывает трудностей. Однако высокие эксплуатационные качества привода системы Г—Д, экономный расход электроэнергии, простота управления и возможность полной автоматизации подъема являются решающими факторами при выборе привода подъемной машины для шахт большой глубины и большой производительности.

С другой стороны, для определения приведенной массы движущихся частей подъемной системы (t) необходимо знать (GD^2) ротора, величина которого зависит от мощности двигателя и числа его оборотов.

Ориентировочной мощностью двигателя пользуются при сравнении нескольких вариантов проектируемого подъема, не прибегая к громоздким расчетам.

Ориентировочную мощность двигателя определяют по формуле

$$N_{op} = \frac{km_{II}gH}{1000T\eta_{II}} \rho \quad (1)$$

где $km_{II}g$ — среднее значение движущего усилия на окружности барабана, н;
H—высота подъема, м;
T — продолжительность движения, сек;

η_{II} — к. п. д. зубчатой передачи (0,93—0,95 для одноступенчатой и 0,85—0,9 для двухступенчатой передач);

p — характеристика динамического режима.

Практикой проектирования подъемных установок выработались пределы значения p для отдельных систем подъема, которыми можно пользоваться при определении ориентировочной мощности двигателя:

$p=1,3—1,4$ —для установок с неопрокидными скипами,

$p=1,4—1,5$ —для установок с опрокидными скипами,

$p=1,5—1,6$ —для неопрокидных клетей,

$p=1,8—2,2$ —для установок с опрокидными клетями,

$p=1,2—1,3$ —для многоканатных установок.

Верхний предел относится к статически неуравновешенной системе и малой емкости подъемных сосудов.

Определив ориентировочную мощность, находят по каталогу соответствующий двигатель с соответствующей технической характеристикой. Скорость вращения двигателя выбирают, исходя из расчетной максимальной скорости подъема, диаметра барабана и принятого передаточного отношения редуктора.

Расход электрической энергии и к. п. д. подъемной установки

Полезный расход электрической энергии при подъеме груза массой M на высоту H {м} равен

$$\left. \begin{aligned} e_0 &= m_{II} gH, \text{дж} \\ e_0 &= \frac{m_{II} gH}{1000 \cdot 3600}, \text{квт} \cdot \text{ч} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Действительный расход электрической энергии за один подъем равен полезному расходу плюс потери, которые можно учесть, если знать величину мощности, потребляемой двигателем из сети.

Если пренебречь потерями в цепи статора, то мощность, потребляемая из сети, полностью передается ротору:

$$N_c = N_s = M w_0 \quad (3)$$

где $M w_0$ — угловая скорость вращения магнитного поля асинхронного двигателя.

Момент вращения на валу двигателя (при постоянном радиусе навивки).

$$M = \frac{M_{бар}}{i \eta_{II}} = \frac{FR}{i \eta_{II}} \quad (4)$$

Допустив, что

$$w_0 = w_{max.ар} i = \frac{v_{max}}{R} i \quad (5)$$

получим

$$N_c = \frac{F v_{max}}{1000 \eta_{II}} \quad (6)$$

т. е. асинхронный двигатель потребляет мощность из сети, независимо от скорости вращения ротора, пропорционально движущему усилию и максимальной скорости.

Мощность, потребляемая из сети с учетом потерь в зубчатой передаче и двигателе, равна

$$N_c = \frac{Fv_{\max}}{1000\eta_{II}\eta_{II}} \quad (7)$$

Если в тех же координатных осях построить диаграмму мощности на валу барабана ($N = \frac{Fv}{1000}$ квт), то наглядно представятся потери электроэнергии в периоды пуска и замедления, а также в редукторе и двигателе. Площадь диаграммы $\int Fv dt$ в соответствующем масштабе равна работе, затраченной на один подъем, или расходу электрической энергии

$$e = \int_0^T N_c dt = N_c = \frac{v_{\max}}{1000\eta_{II}\eta_L} \int_0^T F dt$$

или

$$e = \frac{v_{\max} \sum Ft}{1000 \cdot 3600 \eta_{II} \eta_D} \quad (9)$$

где

$$\sum Ft = \frac{F_1 + F_2}{2} t_1 + \frac{F_3 + F_4}{2} t_2 + \frac{F_5 + F_6}{2} t_3 \quad (10)$$

-площадь диаграммы движущих усилий, состоящая из трех трапеций.

Мощность на валу барабана подъемной машины при диаграмме скорости с равномерно убывающим ускорением выражается формулой

$$N_{\delta} = \frac{Fv}{1000} \text{ квт} \quad (11)$$

Мощность на валу подъемного двигателя постоянного тока при непосредственном соединении с валом барабана равна мощности на его валу

$$N_D = I_B, \text{ при наличии зубчатой передачи } N_D = \frac{N_{\delta}}{\eta_{II}}$$

Мощность, потребляемая из сети приводом по системе Г—Д,

$$N_c = \frac{N_{\delta}}{\eta_{II}\eta_D\eta_{II.2}} \quad (12)$$

где $\eta_D = 0,9 \div 0,95$ — к. п. д. подъемного двигателя;

$\eta_{II} = 0,85$ — к. п. д. преобразовательной группы.

Мощность, возвращаемая в сеть при генераторном режиме работы,

$$N_{\delta} = N_c \eta_{II} \eta_D \eta_{II.2} = \frac{Fv}{1000} \eta_{II} \eta_D \eta_{II.2} \quad (13)$$

Мощность на валу двигателя при наличии зубчатой передачи кривой II — $a_1 b_1 s_1 d_1 e_1$ а мощность на валу двигателя преобразовательной группы — кривой III — $a_2 b_2 s_2 d_2 e_2$. Мощность, потребляемая двигателем

преобразовательной группы из сети, ограничена кривой IV — $a_3b_3s_3d_3e_3$, учитывающей потери двигателей преобразователя. Как видно из диаграммы, мощность, потребляемая из сети при работе подъемного двигателя постоянного тока с преобразовательной группой Γ — Δ , в отличие от асинхронного двигателя не имеет потерь в реостате при регулировании скорости вращения двигателя. Потери имеют место при возбуждении генератора и составляют незначительную величину. Таким образом, форма диаграммы мощности, потребляемой из сети для преобразовательной группы Γ — Δ , сохраняет форму диаграммы мощности на валу подъемной машины.

Расход энергии, потребляемой из сети системой Γ — Δ за один подъем, определяется формулой

$$e = \frac{\sum_0^T N_c e + N_{x.x} \Theta}{3600}, \text{квт} \cdot \text{ч} \quad (14)$$

где $\sum_0^T N_c t$ — алгебраическая сумма произведения N^\wedge в отдельные периоды подъема;

$N_{x.x}$ — потери холостого хода пускового генератора составляют около 1,5% средней его мощности.

Расход энергии на 1 m поднимаемого груза

$$e_1 = \frac{e}{m_{II}} \quad (15)$$

где $m.a$ — масса поднимаемого груза, m .

Годовой расход электроэнергии подъемной установкой

$$E = e_1 A \quad (16)$$

где A — годовая производительность подъема, m .

Коэффициент полезного действия подъемной установки определяется как отношение полезного расхода энергии к расходу энергии из сети:

$$\eta_{IIY} = \frac{e_0}{e} \quad (17)$$

Величина $\eta_{IIY} = 0,55 \div 0,7$ относительно невелика, и если в формуле (9) заменить $v_{\max} = \alpha v_{cp} = \alpha \frac{H}{T}$, а $\sum Ft = km_{II} gT$ то получим выражение для показывающее $\eta_{II.Y}$ возможные пути его увеличения

$$\eta_{II.Y} = \frac{\eta_{II} \eta_D}{k \alpha} \quad (18)$$

К. п. д. подъемной машины, не учитывающий вредных сопротивлений, возникающих при движении сосудов в стволе, будет в n раз больше:

$$\eta_{II.M} = k \eta_{II.Y} \quad (19)$$

Контрольные вопросы.

1. Как определится ориентировочная мощность двигателя.
2. Основные параметры расхода электрической энергии и к. п. д. подъемной установки.

Лекция № 15

Электрический привод шахтных подъемных машин.

План.

1. Асинхронный привод шахтных подъемных машин.
2. Привод подъемных машин по системе генератор- двигатель.

Цель: Изучение студентов электрического привода шахтных подъемных машин.

К приводу подъемных машин предъявляют следующие основные требования:

- 1) развивать большой начальный пусковой момент;
- 2) изменять направления вращения (реверсивность);
- 3) обеспечивать регулирование скорости вращения в широких пределах — от 0 до v_{max} и от v_{max} до 0;
- 4) обеспечивать независимость скорости вращения от изменения нагрузки.

В качестве привода подъемных машин применяется асинхронный двигатель с фазным ротором, двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, управляемый по системе Г—Д или от ртутного выпрямителя.

Учитывая, что первые два типа привода занимают ведущее положение в шахтном подъеме, рассмотрим их свойства и способы автоматизации управления.

Асинхронный привод шахтных подъемных машин.

Асинхронный двигатель с фазным ротором устанавливается на подъемных машинах, где мощность не превышает 1000 кВт в однодвигательном приводе и 2000 кВт в двухдвигательном приводе, работающем на один вал.

Широкое распространение этого типа привода объясняется простотой и надежностью его в эксплуатации, небольшими первоначальными затратами, несложностью схемы управления.

Механические характеристики асинхронного двигателя в основном отвечают вышеупомянутым требованиям к приводу подъемных машин. Асинхронный двигатель допускает высокую перегрузку по моменту. Кратность

максимального момента к номинальному $\gamma = \frac{M_{max}}{M_{ном}}$ для подъемных двигателей составляет 1,8-2,5.

Регулирование скорости вращения осуществляется введением Сопротивления в цепь ротора. Соответственно количеству ступеней реостата можно получить целую серию искусственных характеристик (при стандартном оборудовании 5 ступеней для двигателей мощностью до 450 кВт и 8 ступеней для двигателей мощностью более 450 кВт).

Естественная характеристика 8У двигателей (при выведенном сопротивлении из цепи ротора) в своей устойчивой части отличается значительной жесткостью, в результате чего изменение нагрузки на валу

двигателя в широких пределах сопровождается небольшим изменением скорости.

С увеличением активного сопротивления в цепи ротора механические характеристики двигателя становятся круче и при работе на них изменение нагрузки вызывает значительное изменение скорости. Так, например, если в конце подъема приходится работать на первых двух характеристиках 1У и 2У, то при уменьшении нагрузки на валу двигателя за счет опускающейся ветви каната резко увеличивается скорость вращения двигателя, когда необходимо ее снижать до нуля. Эта особенность механических характеристик асинхронных двигателей затрудняет автоматизацию их в период замедления.

При пуске подъемной машины выключаются секции пускового реостата из цепи ротора. Для этого машинист постепенно переводит рукоятку управления, двигая ее из среднего (нулевого) в крайнее положение, соответствующее направлению вращения «вперед» или «назад».

В первом положении рукоятки двигатель с помощью реверсора подключается к сети при полностью включенном в цепь ротора сопротивлении. Момент, развиваемый двигателем на этой характеристике, при неподвижном роторе ($s=1$) меньше статического момента и составляет около 40% номинального момента двигателя. Поэтому на первом положении рукоятки управления машина в движение не приходит. При втором положении рукоятки (характеристика 1У) подъемная система также остается неподвижной. Первые две механические характеристики двигателя называются предварительными. Первая предварительная характеристика предназначается для плавного натяжения подъемного каната, выбора зазора в зубчатой передаче, а также для получения пониженной скорости движения ($v=0,3$ м/сек), необходимой при осмотре подъемного каната и ревизии ствола.

Вторая предварительная характеристика предназначается для ограничения ускорения при подъеме легких грузов. При третьем положении рукоятки (точка а характеристики 2У) двигатель развивает момент, превышающий статический, что вызывает движение машины с ускорением. В процессе разгона момент, развиваемый двигателем, уменьшается. Как только он станет равным расчетному минимальному моменту переключения {точка б), необходимо выключить очередную секцию сопротивления, для чего рукоятка управления переводится в следующую позицию.

При этом момент двигателя увеличивается и достигает расчетного максимального момента переключения M_1 (точка в, характеристика 3У). В процессе разгона двигателя по характеристике 3У момент, развиваемый им, уменьшается и, как только он станет равным M_{II} снова необходимо выключить следующую секцию сопротивления и т. д.

Таким образом, для осуществления заданного режима пуска машинист должен переводить рукоятку управления так, чтобы выдерживались заданные пределы изменения момента двигателя (M_I и M_{II}) Только при этом условии будет обеспечиваться расчетное значение среднего пускового момента двигателя (M_{cp}), а следовательно, и расчетное ускорение системы.

При ручном управлении машиной заданный режим пуска контролируется машинистом по амперметру, включенному в цепь статора подъемного двигателя.

Современные подъемные машины снабжаются электрической аппаратурой, дающей возможность автоматизировать процесс пуска асинхронного двигателя.

Известны следующие основные принципы автоматического пуска двигателя:

- 1) автоматизация пуска по времени;
- 2) автоматизация пуска по току;
- 3) комбинированный принцип автоматического пуска по току с дополнительной выдержкой по времени.

Автоматизация пуска по времени предусматривает выключение секций реостата через определенные промежутки времени, достаточные для того, чтобы момент двигателя на каждой ступени изменялся бы от максимального значения U_{II} , до минимального значения заданного M_{II} . Эти выдержки времени обеспечиваются специальными электромагнитными реле времени.

К недостаткам принципа автоматизации по времени относится то, что при подъеме груза больше расчетного пуск двигателя сопровождается большими бросками тока, которые могут привести к срабатыванию максимальной защиты.

При автоматизации пуска по току выключение последующей секции роторного сопротивления осуществляется после уменьшения пускового тока до заданного минимального значения тока переключения I_{III} . Выключение секции производится с помощью токового реле, включенного в цепь статора подъемного двигателя. Средний пусковой момент при этом принципе пуска остается неизменным, независимо от величины статической нагрузки. Поэтому при подъеме легких грузов могут иметь место недопустимые значения ускорения.

В шахтном подъеме наибольшее распространение получил комбинированный принцип автоматического пуска по току с дополнительной выдержкой по времени. При этом принципе автоматизации часто устраняются недостатки раздельного применения схем автоматического пуска двигателя по току и по времени.

В период равномерного хода асинхронный двигатель не требует никакого регулирования, так как скорость вращения ротора практически не зависит от изменения нагрузки на его валу.

В период замедления в зависимости от нагрузки могут иметь место следующие режимы работы: 1) двигательное замедление при положительном усилии на окружности навивки (подъем с небольшой глубины и при статически уравновешенных системах подъема); 2) замедление свободного выбега (движение сосудов в конце подъема осуществляется за счет движущихся масс при отключенном от сети двигателе); 3) тормозное

замедление при отрицательном усилии (в неуравновешенных системах подъема с большими маховыми массами).

На большинстве действующих подъемных установках с асинхронным двигателем, в особенности грузо-людских, из-за различной нагрузки и неблагоприятного характера механических характеристик двигателя период замедления не автоматизирован. При ручном управлении в зависимости от режима замедления: а) двигательного—двигатель должен развивать небольшой момент, работая на крутых характеристиках, и машинист переключает рукоятку управления с одной ступени на другую с таким расчетом, чтобы снизить скорость до нуля при подходе сосудов к приемным площадкам; б) при свободном выбеге—двигатель отключается от сети несколько позже начала замедления, машина вращается некоторое время под действием движущихся масс, а затем машинист тормозит систему механическим тормозом (осуществление свободного выбега в чистом виде приводит к растяжке периода замедления); в) при тормозном замедлении в зависимости от нагрузки (по показаниям амперметра в цепи статора) машинист отключает двигатель от сети и тормозит электрическим или механическим тормозом.

Такой способ управления машиной, естественно, затрудняет выполнение заданной диаграммы скорости, а следовательно, и выполнение производительности подъемной установки. В последние годы разработан и внедрен на скиповых подъемных установках ряд принципиальных схем автоматизации управления машиной в период замедления в зависимости от режима работы.

При подъеме груза в неопрокидных скипах асинхронным двигателем нагрузочная диаграмма в период замедления от v_M до v_a в большинстве случаев имеет отрицательное усилии, а в период движения груженого скипа в разгрузочных кривых от v_a до 0 (в период дотяжки)—положительное усилии. В соответствии с такой нагрузочной диаграммой схемами автоматизации предусматривается применение динамического (электрического) торможения в период отрицательной нагрузки и различные методы торможения в период дотяжки.

Динамическое торможение асинхронного двигателя—это такой режим работы, когда ротор, замкнутый накоротко или на сопротивление, вращается под действием опускающегося груза (при спуске груза) или действием сил инерции вращающихся масс (при подъеме груза), а в обмотки статора включен постоянный ток. Этим током создается неподвижное в пространстве магнитное поле, наводящее в замкнутой обмотке вращающегося ротора переменный ток. Взаимодействие последнего с полем статора создает тормозной момент. Для питания обмоток статора постоянным током устанавливается на подъеме генератор постоянного тока.

Под действием внешней нагрузки (опускающегося каната в неуравновешенной системе подъема) скорость вращения ротора может увеличиваться, поэтому для регулирования тормозного момента прибегают к

изменению сопротивления в цепи ротора, а также к изменению возбуждения тока статора.

Переход в режим динамического торможения производится при полностью введенном в цепь ротора двигателя сопротивлении с последующим автоматическим выключением по току с дополнительной выдержкой времени. Так же автоматически при изменении нагрузки производится изменение тока в цепи статора с помощью обратной связи от ротора двигателя к цепи возбуждения генератора ГДТ.

Для автоматизации периода дотяжки предложены следующие основные схемы:

- 1) с импульсным режимом работы двигателя;
- 2) с применением микропривода;
- 3) двухдвигательного привода;
- 4) с применением пониженной частоты.

Схема автоматизации периода дотяжки с импульсным режимом работы подъемного двигателя. При снижении скорости вращения от v_{\max} до v_a динамическим торможением, двигатель переводится из режима динамического торможения в двигательный режим, на ту характеристику, где момент, развиваемый двигателем, был бы больше статического и происходило бы движение (дотяжка) с небольшим замедлением. При достижении верхнего предела скорости дотяжки ($1,0—0,7$ м/сек) двигатель переключается на характеристику с меньшим двигательным моментом и обратно.

В случае, если нагрузка на валу двигателя уменьшится и скорость вращения увеличится, то автоматически двигатель переводится в режим динамического торможения, а затем вновь может переключиться в двигательный режим, если это необходимо для дотяжки с небольшой скоростью.

Схема автоматизации периода дотяжки с применением микропривода. В подъемной машине для устойчивой скорости дотяжки применяется добавочный асинхронный короткозамкнутый двигатель небольшой мощности, присоединенный к основному редуктору машины через дополнительный редуктор.

В периоды пуска и равномерного хода дополнительный редуктор и двигатель не работают. При снижении скорости вращения до $u_a=0,6$ ж/се/с вначале двигатель микропривода подключается к сети, а затем при помощи пневматической или электромагнитной муфты присоединяется к главному редуктору. Так как двигатель работает на естественной характеристике, то дотяжка происходит при постоянной небольшой скорости, а затем машина стопорится механическим тормозом.

Автоматизация периода дотяжки при двухдвигательном приводе. В подъемных установках с двумя асинхронными двигателями устойчивая малая скорость дотяжки достигается переключением одного двигателя в двигательный режим работы на крутые характеристики, а другого—в режим динамического торможения. Подбором сопротивлений в цепи роторов

двигателей и величины тока динамического торможения обеспечивается требуемая скорость движения.

Автоматизация периода дотяжки применением пониженной частоты. Сущность этого метода заключается в том, что после снижения скорости от ипмх ДО ^д динамическим торможением двигатель отключается от сети и подключается к специальному генератору низкой частоты. Двигатель, работая на естественной характеристике от тока низкой частоты с устойчивой небольшой скоростью, не изменяющейся с изменением нагрузки, производит дотяжку скипов.

Привод подъемных машин по системе генератор двигатель.

Применение асинхронного двигателя, как привода подъемной машины, ограничивается мощностью до 1000 квт. Основными причинами такого ограничения являются: отсутствие в промышленности реверсирующих и роторных контакторов большой мощности, а также сложность автоматизации управления приводом.

При системе Г—Д приводом подъемной машины служит двигатель постоянного тока с независимым возбуждением 7. Для питания двигателя напряжением постоянного тока в машинном здании устанавливается преобразовательный агрегат, состоящий из генератора постоянного тока 2 и приводного двигателя 3 и реже асинхронного двигателя. На отдельных мощных подъемных машинах для преобразования переменного тока в постоянный устанавливают металлические ртутные выпрямители, образуя ионный привод.

Для питания обмоток возбуждения генератора и подъемного двигателя применен небольшой мощности генератор возбуждения 4, сидящий на валу преобразовательного агрегата. Питание обмоток полюсов синхронного двигателя осуществляется от возбуждителя 5, расположенного на том же валу.

Привод по системе Г—Д позволяет в широких пределах и плавно регулировать скорость вращения подъемной машины за счет изменения подводимого к двигателю напряжения от генератора. Последнее осуществляется изменением тока в цепи обмотки возбуждения генератора при помощи реостата, заключенного в аппарат управления АУ.

Изменение направления вращения двигателя осуществляется изменением направления тока возбуждения генератора от того же аппарата АУ.

Механические характеристики двигателя постоянного тока представляют собой серию прямых параллельных линий с небольшим наклоном к оси абсцисс. Число характеристик определяется числом ступеней реостата в цепи возбуждения генератора.

Число оборотов двигателя постоянного тока с независимым возбуждением определяется формулой

$$n = \frac{U - I_a R_a}{c\Phi}$$

где U — подведенное напряжение к двигателю;

$I_{я}$ —ток в якорной цепи;

$R_{я}$ — сопротивление якорной цепи;

Φ — магнитный поток двигателя;

c —постоянная для данной электрической машины.

Поскольку $\Phi = c \cdot \omega \cdot I_{я}$, а сопротивление якорной цепи мало (тысячные доли ома), то число оборотов двигателя пропорционально подводимому напряжению.

В шахтном подъеме находит применение привод по системе Г—Д значительной мощности —порядка 1000—4000 кет в однодвигательном приводе.

При применении выше рассмотренной схемы для таких мощностей электрических машин токи возбуждения становятся относительно большими, аппарат управления громоздким и автоматизация управления подъемной установкой сложной. Для устранения этих недостатков в подъемных установках с приводом по системе Г—Д применяют квадратичную схему возбуждения.

В схеме два возбуждательных агрегата—для генератора ВГ и для двигателя ВД. Регулировочные реостаты и аппараты управления перенесены из цепей возбуждения главных машин в цепь возбудителей, чем упрощается управление за счет меньших регулировочных токов.

Реверсирование двигателя производится включением контакторов В и Н, переключающих обмотки возбуждения генератора ВГ, вызывающих изменение полярности генератора.

Изменение величины тока возбуждения возбудителя генератора, а следовательно, напряжения генератора и скорости подъемного двигателя Д достигается изменением величины омического сопротивления КАР (командоаппарата ручного управления) или КАВ и КАН (командоаппаратами автоматического управления),

приводимых в действие ретардирующими дисками указателя глубины. Эксплуатация подъемных установок с приводом Г—Д показала, что при сложных диаграммах скорости, а также при изменении веса поднимаемого груза автоматическое управление машиной затруднено, в особенности при малых скоростях, когда падение напряжения в якорной цепи существенно влияет на наклон механических характеристик и теряется однозначная зависимость между положением рукоятки управления и скоростью подъема.

Обмотка возбуждения генератора Г (ов) получает питание от электромашинного усилителя с поперечным полем ЭМУ мощностью до 10 кет. Обмотки возбуждения ЭМУ (У—2; У—3; У—4) подключены к зажимам промежуточного магнитного усилителя ПМУ, а задающие обмотки возбуждения самого ПМУ {ПМУ—зад.}, в свою очередь, подсоединены к бесконтактным сельсиновым командоаппаратам БСА—В; БСА—Н (для автоматического управления «вперед» и «назад») и ручного управления БСА—Р, заменяющие многоконтактные аппараты К.АВ, КАН и КАР.

Индукционные командоаппараты БСА—В и БСА—Н приводятся в действие автоматически от дисков указателя глубины. С изменением тока в задающих обмотках (ПМУ—зад.) изменяется ток в обмотках ЭМУ, а следовательно, напряжение на его зажимах и в обмотке возбуждения генератора Г. К двигателю от генератора подводится напряжение необходимого знака (направления) и увеличивается скорость вращения. Применение каскада ЭМУ-:-ПМУ привело к увеличению коэффициента усиления системы, а наличие обратных связей по току (обмотка ПМУ—ток), напряжению (обмотка ПМУ—скор.) дает возможность автоматизировать управление машиной, независимо от нагрузки и скорости движения. Выбор направления движения при автоматическом режиме работы осуществляется индукционными датчиками, установленными в стволе в местах загрузки сосудов. Они действуют через промежуточные реле ЗРПИ и 4РПИ, контакты которых включены в цепь катушек реверсирующих контакторов В и Н. Остановка машины производится тем же индукционными датчиками (конечными выключателями). При этом разрывается цепь реверсирующих контакторов В или Н и контактора КОП (контактор ослабления поля), который разрывает цепь электромагнита рабочего тормоза ТР и машина стопорится.

В последних коммутационных схемах управления приводом Г—Д электромашинный усилитель, питающий обмотку возбуждения генератора, заменен мощными магнитными усилителями. Этим исключена из схемы вращающаяся электрическая машина, обладающая инерционностью, а следовательно, повысилась степень точности в управлении.

Контрольные вопросы.

1. Что такое асинхронный привод шахтных подъемных машин.
2. Где применяется привод подъемных машин по системе Г-Д.

Лекция № 16

Тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля подъемных машин.

План.

1. Тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля.
2. Воздушная и гидравлическая системы.
3. Пульт управления.

Цель: Изучение студентов тормозных устройств и аппаратуры защиты и контроля подъемных машин, изучение студентов воздушных и гидравлических систем.

Тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля.

Тормозное устройство состоит из исполнительного органа и привода.

Исполнительным органом служит тормоз. С помощью тормозного устройства создается тормозной момент при останове подъемной машины; при отключении двигателя во время разгрузки и загрузки сосудов вся подъемная система удерживается в покое. Эти две функции относятся к рабочему торможению.

При любых нарушениях нормальной работы машины тормоз автоматически останавливает машину. Такое торможение называется предохранительным (или аварийным). Предохранительное торможение включается от аппаратов защиты автоматически. Предусмотрена также возможность включения аварийного тормоза машинистом (рукоятка, кнопка).

Исполнительный орган применяется колодочного типа с деревянными (или пресс-массовыми) колодками.

По ПБ исполнительный орган предохранительного тормозного устройства должен действовать на тормозные шкивы, которые должны находиться на валу органа навивки и быть скреплены с ободом этого органа.

Крупные подъемные машины снабжаются тормозами с поступательным перемещением колодок.

Тормоз приводится в действие приводом через тягу 7.

При перемещении тяги 7 вверх рычажный многозвенник прижимает обе колодки к ободу.

Растормаживание происходит за счет неуравновешенности весов рычажной системы. Для ограничения отхода тормозных балок 1 с колодками 2 от обода имеются ограничители 8.

Регулировка зазора между колодками и ободом, а также равномерности зазора по всей длине колодки производится тягами 5, 6, регулировочной стойкой 9 и упорами 3 и 10.

На малых подъемных машинах обычно устанавливаются тормоза с угловым перемещением колодок.

Колодки с поступательным перемещением имеют угол обхвата $90^\circ - 100^\circ$, а с угловым перемещением только до 60° . при одинаковых удельных

давлениях между колодкой и ободом первый тормоз дает большой тормозной момент. Поэтому тормозами с поступательным перемещением колодок оборудуют крупные подъемные машины.

Максимальное удельное давление при деревянных колодках (тополь, верба) допускается 5 кГ/см^2 . Для колодок пресс-массовых удельное давление можно допускать до 10 кГ/см^2 . расчетный коэффициент трения для указанных сортов дерева $0,35$, а для пресс-материалов $0,2 - 0,25$.

Источником энергии при рабочем торможении служит сжатый воздух или масло под давлением $5 - 6 \text{ атм}$.

Предохранительное торможение производится грузом, как самым надежным источником энергии. ПБ запрещают применение других источников энергии.

Пневматический привод состоит из рабочего цилиндра с поршнем, предохранительного цилиндра с подвешенным к его поршню грузом и дифференциального рычага. Все элементы привода смонтированы на сварной раме, укрепленной на железобетонных постаменты фундамента. С левым концом дифференциального рычага соединена штанга, передающая усилие на исполнительный орган.

Во время нормальной работы машины предохранительный цилиндр наполнен сжатым воздухом и груз удерживается в верхнем положении.

Рабочее торможение происходит при подаче сжатого воздуха в рабочий цилиндр. Рычаг 4 поворачивается вокруг правого шарнира. Давление воздуха дозируется регулятором давления. Чем больше будет давление под поршнем, тем сильнее будут прижиматься колодки тормоза. Пользуясь регулятором давления, машинист может регулировать тормозной момент.

В корпусе 1 перемещается поршень 8, пружина и золотник 4. При торможении машинист вилкой 14 подает поршень влево. Благодаря наличию в золотнике канала а и обводной трубки 16 давление в полостях К1 и К2 всегда одинаково и равно давлению в рабочем цилиндре. Поэтому пружина, не сжимаясь, перемещает влево золотник. Через выточку на золотнике канал, подводящий воздух, соединяется с каналом, ведущим в рабочий цилиндр. Давление воздуха в цилиндре повышается, наступает торможение. Через канал а и трубку 16 повышается давление и в полостях К1 и К2. пружина сжимается. Сопротивление шлифованных и смазанных стенок золотника во много раз меньше сопротивлений поршня, золотник (вправо) и вновь перекрывает подводящий канал. В рабочем цилиндре устанавливается определенное давление, определяющее тормозной момент. Величина этого давления зависит от величины первоначального перемещения золотника, т. е. от перемещения рукоятки машинистом. При большом ходе золотника потребуется значительное увеличение давления в цилиндре, чтобы сжать пружину и перекрыть подводящий канал.

При растормаживании золотник перемещается вправо. Воздух из цилиндра выходит в атмосферу (в глушитель), пружина разжимается и устанавливает золотник в устойчивое среднее положение.

Предохранительное торможение машины происходит автоматически при переподъеме, превышении скорости, при перегрузках двигателя, чрезмерном падении напряжения, износе колодок, падении давления воздуха и других нарушениях нормальной работы. В любом из этих случаев разрывается цепь защиты, питающая обмотку специального электромагнита. Якорь электромагнита, падая, поворачивает трехходовой кран, выпускающий воздух из цилиндра предохранительного тормоза.

При выпуске сжатого воздуха из цилиндра 2 под действием груза поршень опускается и поворачивает дифференциальный рычаг вокруг среднего шарнира. Через штангу вес груза передается на колодки. Во избежание ударов и колебаний рычажной системы под действием падающего груза аварийное торможение происходит в две ступени.

Для этого в цепь защиты включен еще один электромагнит рабочего торможения, связанный с регулятором давления. При разрыве цепи защиты оба электромагнита одновременно происходит выпуск воздуха из предохранительного цилиндра и впуск через регулятор давления воздуха в рабочий цилиндр.

Прежде чем груз начнет падать, колодки оказываются прижатыми рабочим тормозом – наступает первая ступень торможения. Вслед за этим груз начнет опускаться, осаживая рабочий поршень вниз. Вторая ступень торможения происходит без ударов и колебаний. Такое комбинированное торможение уменьшает и время холостого хода тормоза.

В гидравлическом тормозе и рабочее и предохранительное торможение производится опускающимся грузом. Масло под давлением служит для поднятия груза при оттормаживании.

При рабочем торможении машинист рукояткой переставляет золотник регулятора давления вниз (точка а дифференциального рычага неподвижна). Масло из цилиндра уходит в сточный бак, опускающийся груз через рычажную систему возвращает золотник вверх в среднее положение (точка б неподвижна). Величина тормозного момента зависит от количества впущенного масла, т.е. от опускания груза. Чем дальше машинист переведет рукоятку на себя, тем большее количество масла успеет вытечь из цилиндра до момента обратной перестановки золотника регулятора давления.

Предохранительное торможение наступает при разрыве цепи электромагнита. При опускании золотника четырех ходового крана масло из цилиндра уходит в сток, минуя регулятор давления. Таким образом, предохранительное торможение не зависит от положения золотника регулятора, т.е. от рабочего торможения.

Условие независимости рабочего и предохранительного торможения обязательно для всех тормозов.

Гидравлический привод тормоза проще пневматического, но он уступает пневматическому в быстроте срабатывания. Холостой ход (время от

момента подачи импульса до соприкосновения колодок с тормозным ободом) гидропривода достигает 0,4 – 0,6 сек; пневматического 0,1 – 0,2 сек.

В соответствии с ПБ время холостого хода должно быть не более 0,5 сек. Только при очень тщательной регулировке гидравлического тормоза удастся выполнить это требование.

Воздушная и гидравлическая системы.

Воздушная система предназначена для получения и распределения сжатого воздуха – источника энергии при работе тормозной системы и механизма перестановки барабанов крупных подъемных машин.

Такое же назначение гидравлической системы малых подъемных машин.

Включение компрессора автоматическое. При понижении давления в сети до 4 атм. манометрическое реле включает двигатель компрессора; при максимальном давлении – отключает.

От воздухоотборника воздух движется по двум направлениям к регулятору давления и к трехходовому крану. От регулятора давления идут трубопроводы к цилиндрам рабочего торможения. Но к цилиндру переставного барабана трубопровод подходит через кран механизма перестановки б (пятиходовой кран). Во время регулировки каната переставной барабан стопорится рабочим тормозом при максимальном давлении воздуха. Через регулятор давления машинист может воздействовать только на заклиненный барабан.

От трехходового крана воздух подводится к предохранительным цилиндрам. К цилиндру переставного барабана трубопровод проходит через кран механизма перестановки. Это сделано для того, чтобы при перестановке застопорить переставной барабан грузом (выпустить воздух из предохранительного цилиндра).

Груз находится в верхнем положении, так как он поддерживается давлением поршня в рабочем цилиндре. Но в любой момент груз готов застопорить переставной барабан.

К механизму перестановки воздух проходит через трехходовой кран и кран механизма перестановки при максимальном нерегулируемом давлении. Пуск воздуха производится при повороте пятиходового крана.

Аккумулятор давления создает в сети давление масла 6 ати. Циркуляция масла замкнутая. Маслостанция перекачивает масло из сточного бака под поршень аккумулятора и включается автоматически при перемещении груза вниз; выключается станция грузом при ходе его вверх.

От аккумулятора давления нагнетательная магистраль разветвляется на два направления: к тормозным цилиндрам и к механизму перестановки.

К цилиндру переставного барабана масло проходит через дополнительный трехходовой кран. Во время перестановки барабанов поворотом крана (показано на рисунке стрелкой) масло из цилиндра уходит в сточный бак. Опустившийся груз стопорит переставной барабан. Через другой трехходовой кран в механизм перестановки подается масло под давлением.

Таким образом, при перестановке барабанов машинист может управлять только заклиненным барабаном через регулятор давления.

Пульт управления.

Пульт управления машины НКМЗ имеет четыре рукоятки. С их помощью машинист выполняет все рабочие процессы: запуск и останов машины, рабочее торможение, предохранительное торможение и перестановку барабанов.

Рукояткой управления двигателем переключают контакты командоконтроллера, изменяя этим сопротивление в цепи ротора (при асинхронном двигателе) или в цепи обмотки возбуждения генератора (при системе Г – Д). Этим регулируется число оборотов двигателя. Этой же рукояткой машинист меняет направление вращения двигателя. Среднее положение рукоятки соответствует выключенному двигателю. При перемещении рукоятки вперед и назад (по отношению к среднему) двигатель вращается в одну или другую сторону.

Рукоятка рабочего торможения служит для дозировки давления воздуха в рабочем цилиндре с помощью регулятора давления. Крайнее от машиниста положение рукоятки отвечает расторможенному состоянию машины. При переводе рукоятки в крайнее положение на себя машинист создает максимальное давление в цилиндре, т.е. получает максимальный тормозной момент. В этом диапазоне машинист имеет возможность регулировать тормозной момент бесступенчато от нуля до максимума.

Во избежание одновременной работы двигателя и тормоза рукоятка рабочего тормоза связана с блокировочным выключателем. При возрастании тормозного момента до определенной величины (давление в цилиндре примерно 1,5 атм) подъемный двигатель отключается.

Рукояткой предохранительного торможения (крайняя слева) машинист включает аварийный тормоз, поворачивая трехходовой кран на выпуск воздуха из предохранительных цилиндров. Этой же рукояткой производится и зарядка тормоза, т.е. пуск воздуха в цилиндры предохранительного тормоза. Механически рукоятка связана с блокировочным выключателем, который отключает двигатель при аварийном торможении и разрывает цепь тормозных магнитов.

Во время нормальной работы машины рукоятка предохранительного торможения находится в среднем положении. Крайнее к машинисту положение соответствует аварийному торможению; крайнее от машиниста – процесс зарядки тормоза.

Четвертая рукоятка (крайняя справа) служит для управления механизмом перестановки барабанов через кран механизма перестановки. Крайнее к машинисту положение рукоятки соответствует нормальной работе машины (барабаны соединены и вращаются совместно). Крайнее положение от машиниста – переставной барабан отсоединен от вала и застопорен.

Рукоятки имеют блокировку. Включить двигатель невозможно при заторможенной машине. Нельзя также оттормозить предохранительный тормоз, прежде чем не заторможена машина рабочим тормозом.

Пульт управления машин с гидравлическим приводом тормоза имеет три рукоятки. Рукоятки предохранительного и рабочего торможения объединены в одну, так как тормоз имеет один общий тормозной цилиндр.

Малые подъемные машины с ручным управлением механизмом перестановки имеют пульт с двумя рукоятками – одна для управления двигателем, а другая для управления тормозом с гидроприводом.

Контрольные вопросы.

1. Основные элементы тормозного устройства и аппаратура защиты и контроля.
2. Назначение воздушной и гидравлической системы.
3. Основные функции пульта управления.

Список литературы

1. Алексеев В.В. Стационарные машины. Москва, изд.: Недра, 2006 г
2. Гришко А.П. Стационарные машины: Рудничные подъемные установки. учебник: - МГГУ. 2005-348с.
3. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. Учеб. пособие: - МГГУ. 2004-84с.
4. Картавый Н.Г. «Стационарные машин» Москва Недра, 1981-242с.
5. Песвианидзе А.В. «Расчет шахтных подъемных установок» Высшее образование .1992-566с.
6. Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А «Горная механика» Москва, Недра. 1982-564с.
7. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М. Недра. 1986-384с.
8. Петухов А.И. и др. Горная механика Москва Недра 1965-334с.

Лабораторная работа № 1

Изучение механического оборудования подъема.

Продолжительность работы 2 часа

***Цель:** изучение конструкций механического оборудования подъема, принципов работы подъемных сосудов и условия их эксплуатации.*

(подъемные сосуды неопрокидываемые клетки, опрокидываемые клетки, опрокидываемые скипы, неопрокидываемые скипы, парашюты.)

Оборудование и наглядные пособия:

Общий вид подъемной сосуда, чертеж конструкции неопрокидываемых и опрокидываемых клеток, неопрокидываемых и опрокидываемых скипов.

Краткие теоретические сведения конструкций подъемных сосудов.

Подъемные сосуды.

Подъемные сосуды предназначены для транспортирования из шахты на поверхность полезного ископаемого и породы, для спуска и подъема людей, материалов и оборудования.

В зависимости от назначения подъемные сосуды разделяются на две группы:

- 1) для подъема только полезного ископаемого или породы – скипы различных конструкций;
- 2) для подъема грузов и людей – неопрокидываемые и опрокидываемые клетки.

К подъемным сосудам предъявляются следующие основные требования:

безопасность перемещения грузов и в особенности людей;

большая грузоподъемность при малом собственном весе;

автоматичность загрузки и разгрузки;

простота конструкции и надежность в работе.

В соответствии с этими требованиями разработаны различные типы и конструкции подъемных сосудов, рассматриваемые в настоящем курсе.

Неопрокидываемые клетки.

Неопрокидываемые клетки применяются для спуска и подъема людей, подъема полезного ископаемого, породы и транспортирования различных материалов и оборудования.

Подъем полезного ископаемого и породы из шахты на поверхность производится в вагонетках, помещаемых в клеть.

Неопрокидываемые клетки можно классифицировать по следующим признакам: по числу этажей; по грузоподъемности и типу вагонетки; по способу загрузки и разгрузки (одно- и двухсторонняя загрузка и разгрузка вагонеток); по конструкции парашютных устройств; по конструкции и материалам изготовления (из товарной стали, из низколегированной стали, из дюралюминия и пластмасс).

Неопрокидная клеть представляет собой металлическую конструкцию (рис. 1), состоящую из горизонтальных поясов, покрытых стальными листами и связанных между собой вертикальными стойками из швеллеров. Клеть перемещается в стволе шахты по деревянным или металлическим проводникам. Боковые стенки клетки обшиваются железом. По торцовым сторонам ее навешиваются двери, открывающиеся внутрь. Крыша клетки состоит из трех отдельных листовых перекрытий. Средняя часть неподвижна, а крайние части делаются откидными для пропускания длинных предметов: крепежных стоек, труб, рельсов и др.

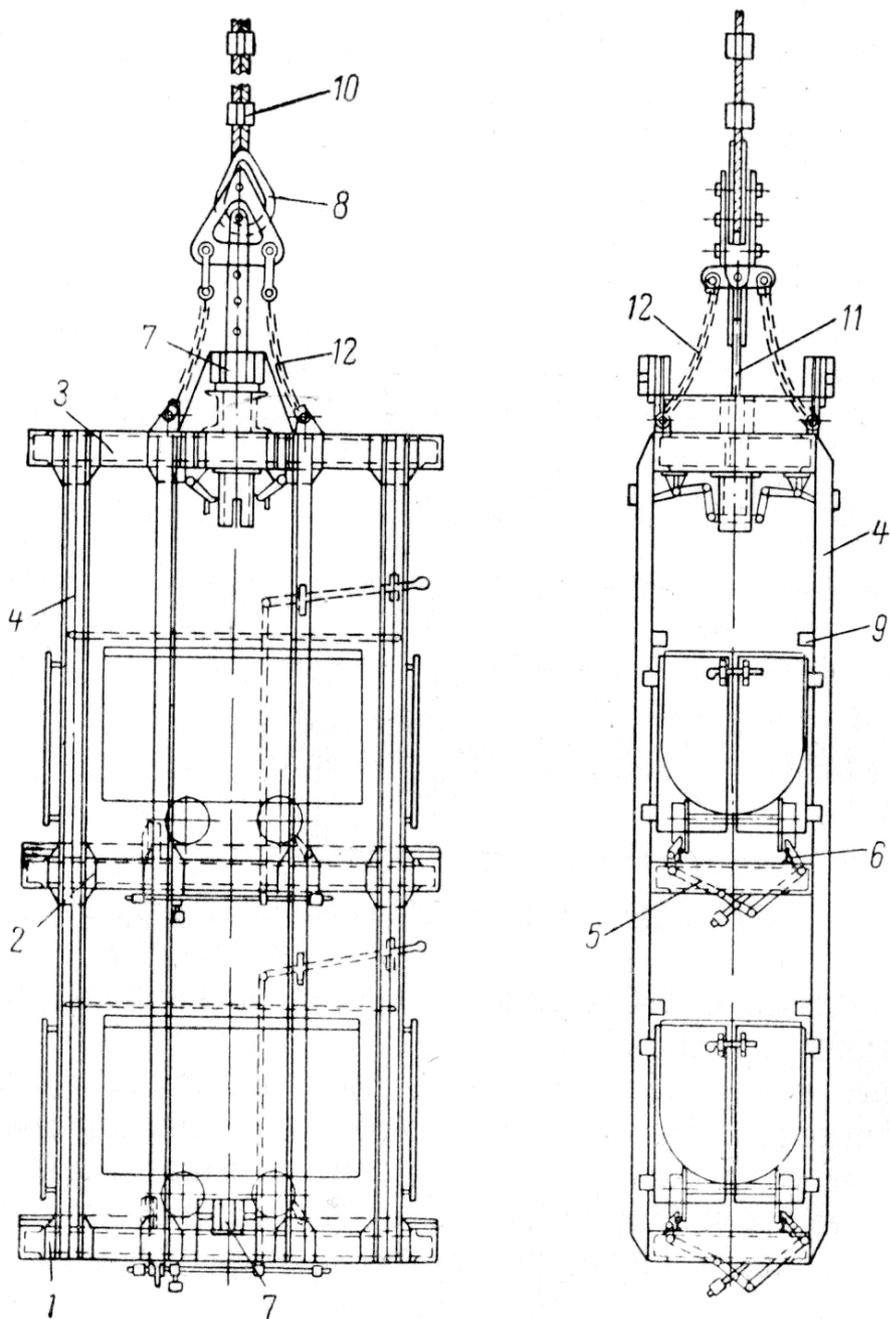


Рис. 123. Двухэтажная клеть для деревянных проводников:

1 — нижний пояс клетки; 2 — средний пояс; 3 — верхний пояс; 4 — вертикальные стойки; 5 — площадки клетки; 6 — рельсовый путь; 7 — направляющие лапы; 8 — коуш; 9 — поручни; 10 — жимки; 11 — стяжной несущий болт; 12 — предохранительные цепи

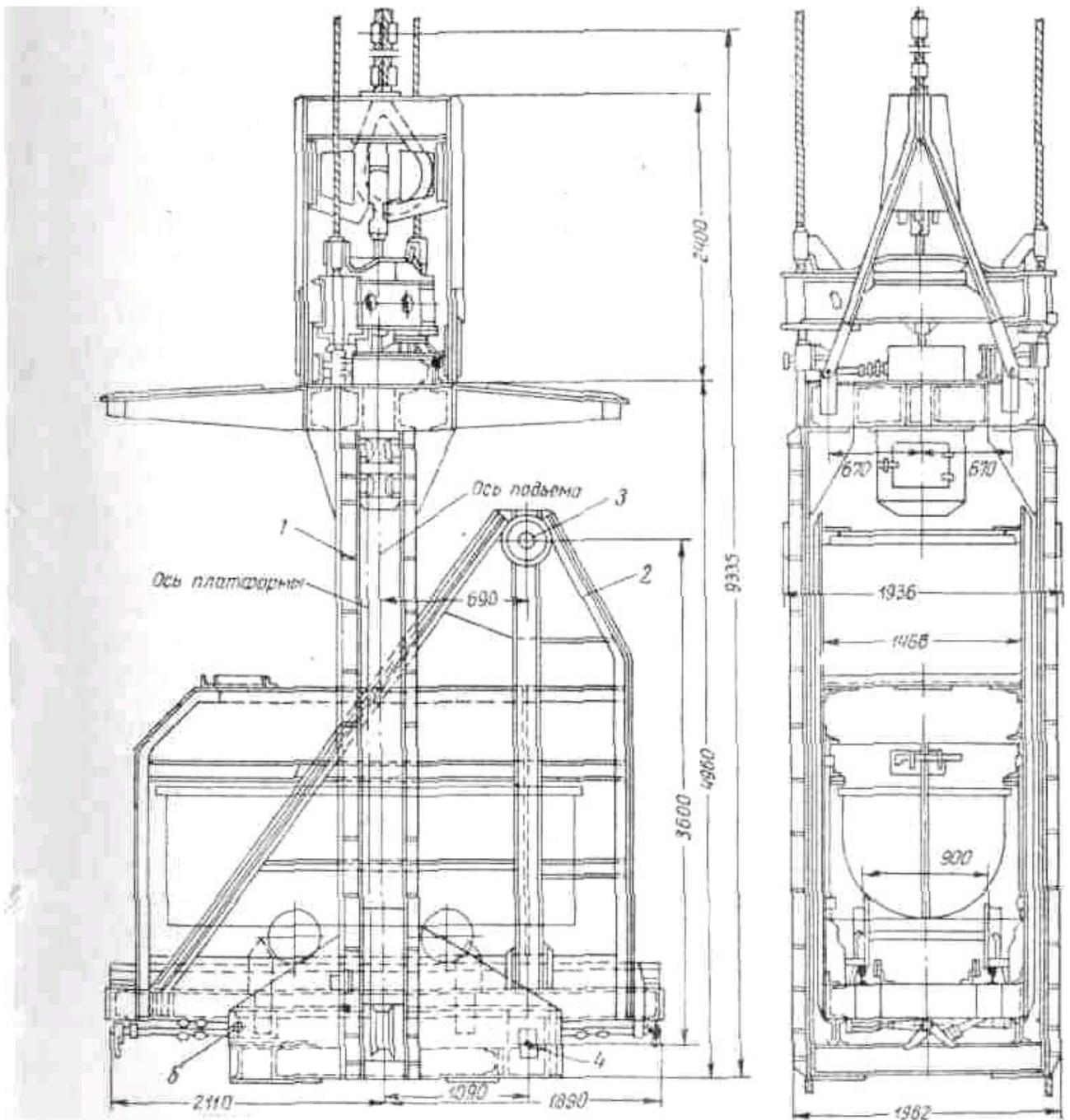


Рис. 2. Опрокидная клеть металлических проводников с канатными парашютами ПТК.

Опрокидные клетки.

Опрокидные клетки применяются для подъема полезного ископаемого (породы) в глухих вагонетках с опораживанием их через верх при угле опрокидывания клетки на $135 - 140^{\circ}$. Они также могут служить для выполнения вспомогательных операций – подъема и спуска людей, оборудования, материалов и т. п. Спуск и подъем людей в опрокидных клетях разрешается при движении в стволе.

Опрокидные клетки применяются на неглубоких шахтах с малой производительностью.

Для угольной промышленности ГОСТ 3950 – 53 предусмотрены типовые опрокидные клетки на подъем одной глухой вагонетки грузоподъемностью 1, 2 и 3 т.

Опрокидная клетка (рис. 2) состоит из двух основных элементов: вертикально перемещающейся по проводникам рамы, склепанной (или сваренной) из углового или швеллерного железа, и подвижной (опрокидывающейся) платформы, склепанной из углового железа и обшитой с двух сторон листовым железом. К раме присоединяется прицепное устройство, парашюты и крыша (зонт). На раме подвижной платформы установлены рельсовые пути для закатывания вагонетки и автоматически действующие захваты (стопоры), удерживающие вагонетку при движении клетки и во время опрокидывания платформы. В верхней части платформы закреплены два вращающихся ролика, служащие для опрокидывания платформы при разгрузке.

Рама клетки и подвижная платформа соединены осью, расположенной справа от центра тяжести клетки. Слева на раме закреплена неподвижная ось, образующая вторую опору. Эти опоры обеспечивают устойчивое положение платформы при движении клетки.

Технические характеристики стандартных опрокидных клеток для угольной промышленности приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение типоразмера	Масса клетки без нижнего уравновешивающего каната, кг	Высота с прицепным устройством, мм	Полезная площадь пола, м ²	Путь разгрузки, мм	Ориентировочное расстояние между осями в стволе, мм	Транспортируемые вагонетки	
						типоразмер	Объем, м ³
1КШоп	5140	6690	2,0	4710	1700	ВШ-1 ВШ-2	1,1
2КШоп	7760	8428	4,0	5775	2140	ВШ-3 ВШ-4	2,2
3КШоп	9810	9335	4,8	6060	2250	ВШ-1 ВШ-2	3,3

Опрокидные клетки имеют следующие преимущества в сравнении с неопрокидными клетками: автоматическая разгрузка клеток; простая поверхность благодаря отсутствию откатки полезного ископаемого в надшахтном здании; меньший парк вагонеток, так как на поверхности они не обращаются.

К недостаткам опрокидных клеток относятся: малая производительность подъема; сложность конструкции; большая масса клетки; большая высота и повышенная прочность копра; увеличение мощности двигателя вследствие неуравновешенности мертвых весов клеток в начале и конце подъема и больших движущихся масс; необходимость в дополнительных маневрах и в специальных защитных устройствах при спуске и подъеме людей.

Длительный период эксплуатации опрокидных клеток на шахтах позволил выявить целый ряд существенных недостатков их работы и прийти к выводу, что во всех случаях, где это возможно, не проектировать

опрокидываемые клетки для новых шахт и даже в качестве породных. При небольшом количестве породы целесообразно использовать для ее выдачи неопрокидываемые клетки с введением механизации обмена вагонеток и откатки на поверхности, а при наличии большого количества породы – проектировать односкиповый породный подъем с противовесом.

Опрокидываемые скипы.

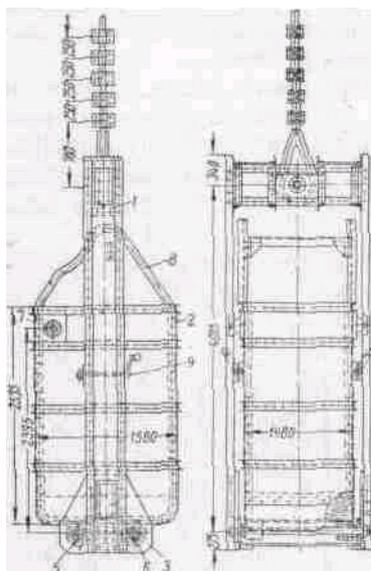


Рис. 3. Опрокидываемый скип

Опрокидываемые скипы применяют для транспорта полезного ископаемого, а также для выдачи породы.

По форме кузова различают призматические, цилиндрические и бокалообразные опрокидываемые скипы.

Типовой опрокидываемый скип для железной руды (рис. 3), движущийся по проводникам, и кузова. Рама склепывается из углового железа, к ней крепятся направляющие лапы и прицепное устройство.

В нижней части рамы предусмотрены посадочные плиты, на которых укрепляется ось вращения и опорный вал. По бокам кузова установлены ролики, которые движутся в разгрузочных кривых при опрокидывании скипа.

Кузов скипа склепывается из 6 – 15 мм листового железа и для жесткости конструкции укрепляется поперечными поясами из швеллеров или углового железа. Чтобы предупредить просыпание руды при загрузке скипа, верхняя часть кузова снабжается проушинами. Стенки и днище кузова футеруются по всему периметру сменными листами железа, скрепляемыми болтовым соединением. в отдельных случаях днище кузова футеруется деревом, а передняя и задняя стенки – сменными железными листами. Сплошная металлическая футеровка удобна при замене и служит дольше, чем деревянная.

Скипы некоторых конструкции снабжаются автоматически действующими защелками, соединяющими раму с кузовом во время движения. Для загрузки скипов служит разгрузочное устройство.

Скипы загружаются с подземного бункера, расположенного ниже околоствольного двора. Емкость бункера вычисляется из расчета однодвухчасового запаса руды. Размерами бункера определяется расстояние, на которое скип опускается ниже околоствольного двора. В Кривбассе оно составляет 25 – 55 м для скипов грузоподъемностью 20 – 25 т при объеме руды в бункере 60 – 260 м³.

Скипы разгружаются в приемный бункер на высоте 15 – 40 м выше нулевой площадки. При разгрузке кузов скипа поворачивается относительно оси. Угол опрокидывания кузова обычно 135°. Чтобы предупредить

опрокидывание кузова на 180^0 относительно рамы, разгрузочные кривые снабжают дополнительной кривой, куда попадают ролики скипа при переподъеме. Высота разгрузки скипов определяется технологической схемой дробильно-сортировочной фабрики.

Опрокидные скипы имеют следующие достоинства:

простота и надежность конструкции, позволяющая производить подъем кусковатых руд и пород с большим удельным весом;

надежность в работе;

небольшая масса (отношение мертвой массы к массе полезного груза составляет: $m_m/m=0,45-0,7$).

К недостаткам опрокидных скипов относятся:

дополнительная нагрузка на копер при разгрузке вследствие большого угла опрокидывания;

значительный путь разгрузки, что вызывает увеличение высоты копра и усложняет управление подъемным двигателем;

неуравновешенность масс сосудов при разгрузке вследствие того, что в этот период значительная часть массы кузова передается с каната на разгрузочные кривые;

дробление полезного ископаемого пылеобразование, ограничивающие их применение в угольной промышленности.

Недостатки опрокидных скипов особенно начинают сказываться при подъеме в большегрузных скипах грузоподъемностью 15м и больше. Это обстоятельство вызвало необходимость замены в рудной промышленности опрокидных скипов скипами с разгрузкой через дно.

Неопрокидные скипы.

Неопрокидные скипы загружаются через верх, а разгружаются через дно или боковую стенку. Отдельные типы неопрокидных скипов имеют различные конструктивные формы днищ и различные приспособления для их открывания.

Неопрокидные скипы бывает: с разгрузкой через нижнюю часть передней стенки, через дно с отклоняющимся кузовом и через дно с секторным затвором.

При проходке к разгрузочному участку ролики заходят в разгрузочные кривые и отклоняют кузов скипа относительно рамы на 15^0 ; при этом дно открывается и полезное ископаемое разгружается в бункер.

К недостаткам этого типа скипов можно отнести: частичную неуравновешенность мертвых весов в период движения в разгрузочных кривых, так как часть веса их кузова передается на кривые, расположенные в копре; большие усилия, которые передаются на разгрузочные кривые при отклонении груженого кузова.

Несмотря на указанные недостатки, этот тип скипов имел широкое применение на угольных шахтах и в настоящее время применен на нескольких реконструированных шахтах Кривбасса.

Стандартным типовым скипом для угольной промышленности является скип с донной разгрузкой с секторным затвором.

Рама скипа жестко соединена с кузовом. К раме с помощью кронштейнов укреплен зонт (площадка для размещения обслуживающего персонала при осмотре ствола). Разгрузочное устройство представляет собой рештак, лежащий на опорных роликах с затвором, состоящим из щеки и заслонки.

Ролик, попадая в разгрузочные кривые, описывает траекторию, при которой ось вращения затвора поднимается вверх, рештак поворачивается на угол 45° и его днище становится продолжением скошенной стенки кузова скипа. Заслонка затвора, переместившись вверх, открывает отверстие в днище для высыпания угля.

К достоинствам скипов с секторным затвором относятся: уравновешенность в период разгрузки; отсутствие поворота кузова; зависимость пути разгрузки только от размеров затвора, что не ограничивает высоты скипов: меньшее дробление полезного ископаемого.

Недостатки этих скипов: большой вес, сложность конструкции; недостаточная эксплуатационная надежность работы затворов, могущих выходить из строя от ударов кусков загружаемого материала; незначительные размеры выпускного отверстия, что создает возможность застревания крупных кусков при разгрузке скипа.

Техническая характеристика скипов с секторным затвором приведена в табл.2

Таблица 2
Техническая характеристика скипов с секторным затвором

Объем кузова, m^3	Масса поднимаемого груза, кг	Размеры скипа, мм			Высота прицепным устройством, мм	Масса скипа с зонтом и подвесным устройством, кг	Расстояние между проводниками, мм	Разгрузочный участок, м
		ширина передней стенки	глубина	высота от уровня посадки до выгрузки				
3,6	3000	1350	1700	3300	6470	2940	1420	2,3
4,7	4000	1590	1850	3700	7000	2480	1680	2,3
7,1	6000	1590	1850	4500	8570	4940	1680	1,87
7,6	6000	1770	2230	4000	8570	5380	1860	1,87
9,4	8000	1590	1850	5300	9520	5430	1680	1,87
10,6	9000	1770	2230	4970	9900	6160	1680	1,87
14,1	12000	1770	1130	5956	11000	6915	1860	1,87

Для многоканатных подъемных установок, предназначенных для глубоких шахт, Кузбассшахтостроем разработаны конструкции большегрузных скипов (табл. 3).

Таблица 3
Техническая характеристика большегрузных скипов

тип скипа	Объем, м ³	Условная грузоподъемность, т	Конструктивный вес скипа с подвесным устройством, т	Ширина по роликам, мм	Высота с прицепным устройством, мм	Расстояние между проводника, мм	Разгрузочный участок, м
12м	14,1	12	8,0	1980	12220	1860	1,87
15	17,5	15	-	1980	10925	1680	1,87
15м	17,5	15	10	1980	13330	1860	1,87
20м	23,3	20	15	2450	14600	2330	1,87
25м	29,2	25	17	2450	15800	2330	1,87
30м	35	30	18	2450	16780	2330	1,87
40м	46,7	40	25	3400	16220	3200	1,87
50м	58,4	50	27	3400	17350	3200	1,87

Парашюты.

Парашют состоит из рабочих органов улавливания и торможения (ловители или захваты) и приводного механизма, воспринимающего импульс обрыва каната и приводящего в действие рабочие органы.

Рабочие органы улавливания и торможения могут действовать на проводника (парашюты Шахтостроя, РКЭ и ПДП) или на специальные тормозные канаты (парашюты ПТК).

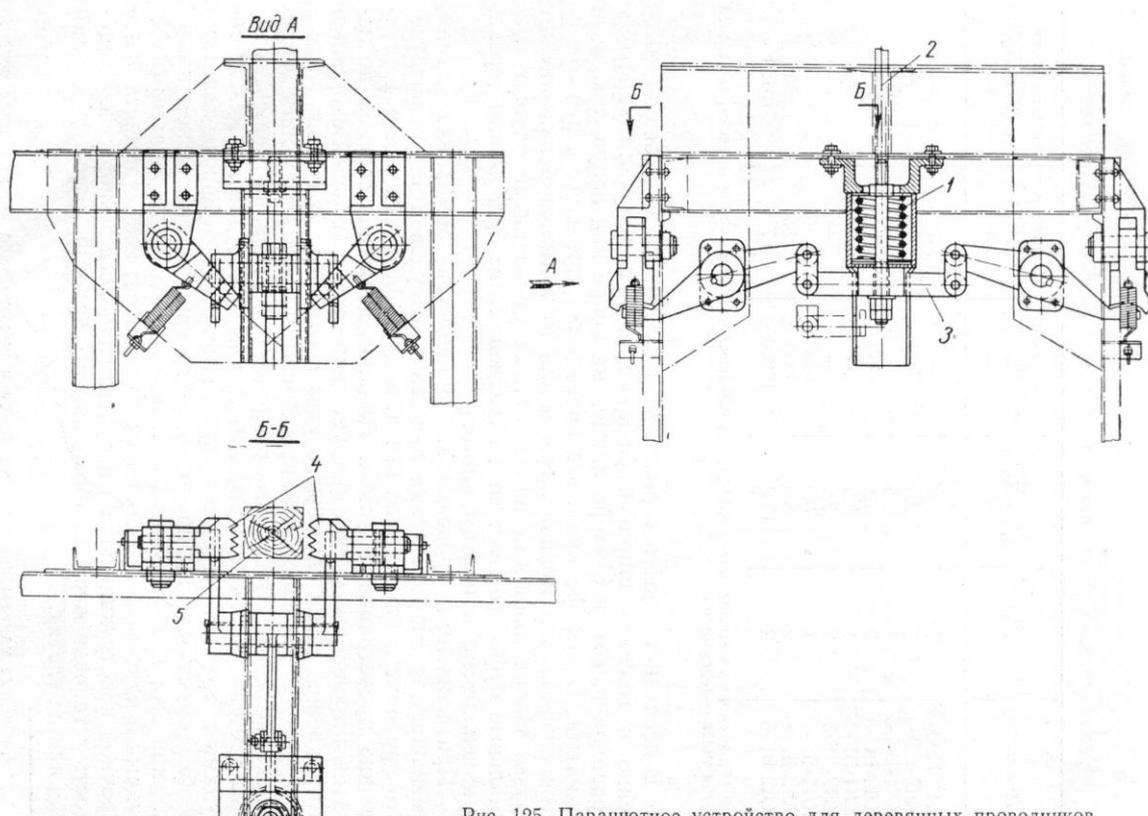


Рис. 125. Парашютное устройство для деревянных проводников

Парашютное устройство для деревянных проводников (рис. 4) прикреплено к верхнему поясу клетки. Приводным механизмом служит

вертикальная пружина 1, сжатая через штангу 2 и траверсу 3 натянутым канатом. Органами улавливания являются две пары захватов-резцов 4 (кошек), которые в случае обрыва каната и распрямления пружины врезаются с двух сторон в проводники 5.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомление со схемами подъемных сосудов.
2. Изучение схем опрокидных и опрокидных клеток.
3. Изучение схем опрокидных и опрокидных скипов.
4. Изучение конструкций и применение опрокидных и опрокидных клеток, опрокидных и опрокидных скипов.
5. Изучение схемы парашюта.

Контрольные вопросы:

1. Предназначение подъёмных сосудов.
2. Применение опрокидных клеток.
3. Применение опрокидных клеток.
4. Предназначение опрокидных скипов.
5. Предназначение опрокидных скипов.

Лабораторная работа № 2

Изучение конструкций рудничных канатов.

Цель: Изучение классификации и конструкций рудничных канатов. (изготовление, прочность, классификация, виды, конструкция канатов.)

Оборудование и наглядное пособие:

Общий вид рудничного каната, конструкции рудничных подъёмных канатов.

Краткие сведения конструкций рудничного каната.

В шахтном подъеме применяются проволочные канаты, изготовленные из стальной светлой или оцинкованной проволоки марки В (высшей марки) – для грузо-людских подъемов, а также марок I (первой марки) и II (второй марки) из проволок с пониженной вязкостью для грузовых подъемов.

Рудничные подъемные канаты изготавливают из проволок с высоким пределом прочности $(1275-2060) \cdot 10^6 \text{ н/м}^2$.

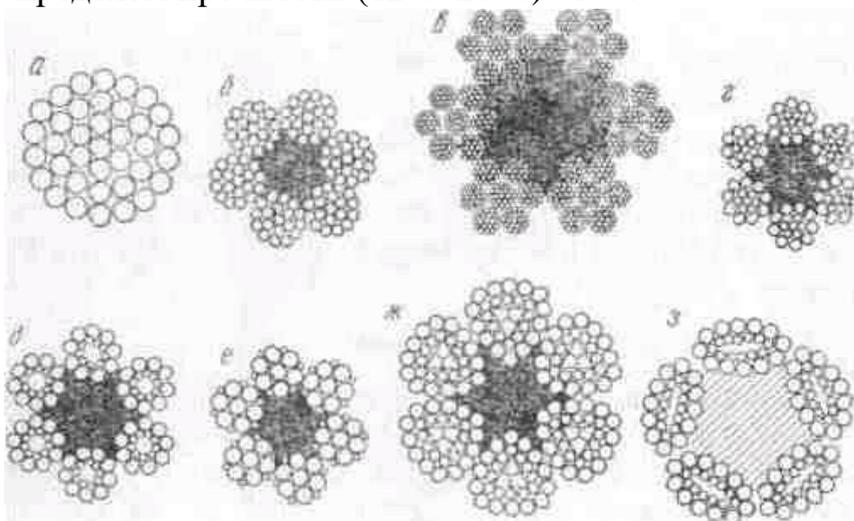


Рис. 1. Поперечное сечение круглых проволочных канатов:

а — одинарной свивки; *б* — двойной свивки; *в* — тройной свивки; *г, д, е* — канаты компаунд; *ж* — трехграннопрядные канаты; *з* — плоскопрядные канаты

Подъемные канаты классифицируются: по числу свивок, форме поперечного сечения каната, характеру взаимного касания проволок; форме поперечного сечения проволок и прядей, виду и направлению свивки прядей.

Круглые стальные канаты разделяют на канаты одинарной, двойной и тройной свивки. Канаты одинарной или простой свивки, как правило, изготавливаются без сердечника. При этом вокруг одной центральной проволоки навивается несколько концентрическим, подвержен раскручиванию при нагрузке и не может служить подъемным.

В канатах двойной свивки проволоки вначале свивают между собой в пряди (по типу канатов простой свивки), а затем пряди свивают вокруг пенькового сердечника в канат. Канаты двойной свивки являются подъемными. В канатах тройной свивки сначала пряди свивают в отдельные стренги (канаты), затем стренги вокруг сердечника в канат (рис. 1, *в*). Канаты тройной свивки применяются на мощных портовых кранах и других сооружениях.

Для повышения плотности каната, снижения контактных напряжений, а следовательно, увеличения срока их службы изготавливаются канаты с линейным ЛК и точечно-линейным касанием проволок в прядях ТЛК, у которых проволоки одного слоя благодаря наличию проволок заполнения касается смежных слоев по всей длине пряди или чередуется точечное касание с линейным.

В зависимости от поперечного сечения проволок канаты изготавливаются из круглой и фасонной проволоки. Канаты, светлые из фасонной проволоки, имеют высокий коэффициент заполнения поперечного сечения металлом ($k_3=0,87\div 0,9$) и поэтому получили название канатов закрытой конструкции. По сравнению с канатами открытой конструкции с точным касанием проволок канаты из фасонных проволок имеют меньший диаметр и большее разрывное усилие. К преимуществу этих канатов следует отнести: нераскручиваемость и высокие износостойкости и коррозионную стойкость, а к недостаткам – их жесткость и высокую стоимость.

По форме поперечного сечения прядей канаты делятся на круглопрядные и фасоннопрядные. К фасоннопрядным относятся трехграннопрядные, плоскопрядные или овальнопрядные и др. Проволоки фасоннопрядных канатов свиваются в пряди вокруг сердечника из мягких проволок сечением в виде треугольника или эллипса, а затем пряди в канат – вокруг органического сердечника.

Фасоннопрядные канаты обладают более высоким коэффициентом заполнения поперечного сечения металлом (отношения поперечного сечения всех проволок к сечению каната). Так, например, для круглопрядных канатов $k_3=0,47$, а для трехграннопрядных $k_3=0,61\div 0,62$. Эти канаты более сомкнуты, большим числом проволок касается опорной поверхности барабана и поэтому их применения желательны на подъемных машинах со шкивом трения для повышения передаваемого канату движущего усилия шкива, уменьшения удельного давления на футеровку и, следовательно, ее износа.

По виду свивки различают: канаты крестовой свивки (рис. 2), в которых свивка проволок в прядь и прядей в канат ведется в противоположных; канаты односторонней (параллельной) свивки, в которых проволоки в прядь и пряди в канат свиваются в одном направлении. В канатах односторонней свивки витки проволок по окружности получаются длиннее по сравнению с

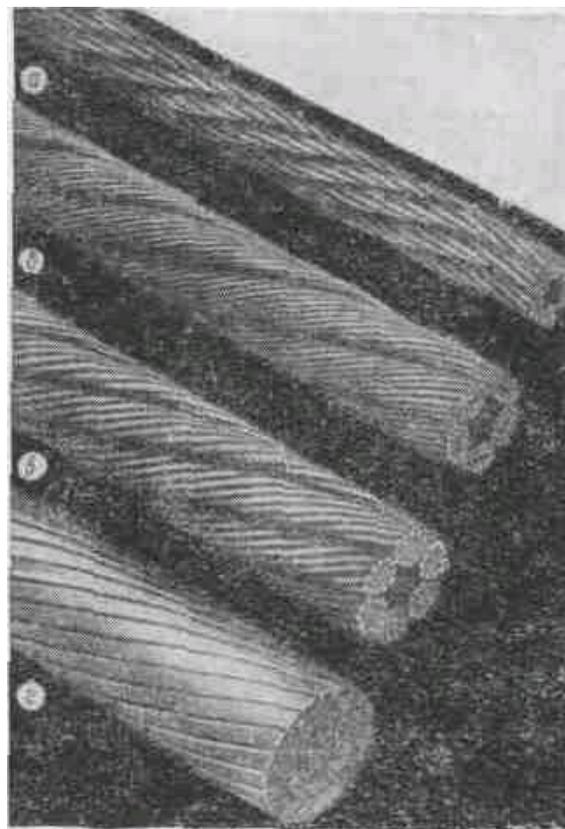


Рис. 2. Подъемные канаты:

а — крестовой свивки; *б* — плоскопрядный канат односторонней свивки; *в* — трехграннопрядный канат; *г* — канат закрытой конструкции

канатами крестовой свивки, чем достигается более плотное взаимное прилегание проволок и большая опорная поверхность. Канаты односторонней свивки эластичны, гибки и срок их службы в 1,5 раза продолжительней срока службы канатов крестовой свивки. Однако свойство раскручивания канатов этой свивки затрудняет их навеску и смену.

Раскручивание канатов односторонней свивки может быть устранено или уменьшено, если свивать канат из проволок с предварительной деформацией. В нераскручивающихся канатах с предварительной деформацией проволок снимаются упругие напряжения от свивки, однако из-за сложности изготовления они широкого распространения не получили.

На проходческих бадьевых подъемах имеются участки движения бадьи без направляющих и поэтому обычные круглопрядные канаты здесь неприменимы. Свитые канаты из предварительно деформированных проволок или прядей не освобождают их от кручения, поэтому для проходческих бадьевых подъемов изготавливают некрутящиеся многослойные канаты (рис. 3) в которых каждый слой прядей свит в противоположном направлении.

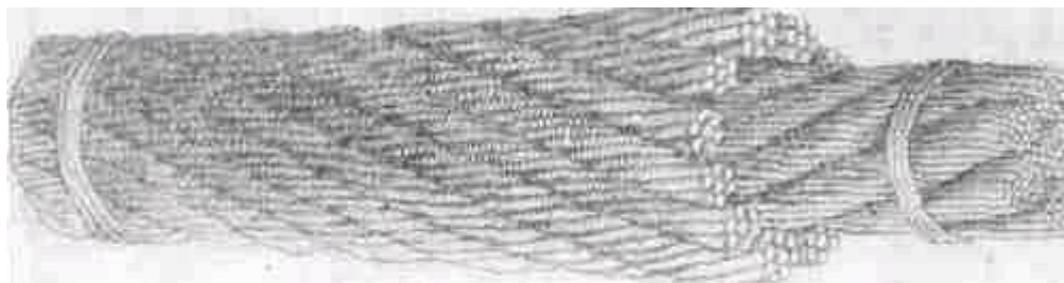


Рис. 3. Многослойный некрутящийся канат

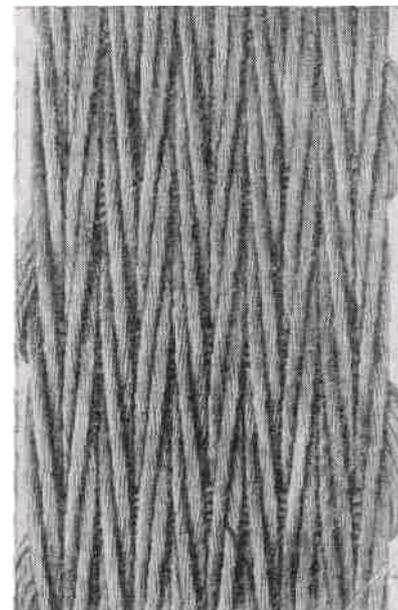
Проволочные канаты классифицируются по числу прядей, изменяющемуся от 2 до 20.

Все перечисленные канаты могут быть правой свивки – пряди их поднимаются слева направо и левой – справа налево.

Пряди свиваются в канат вокруг органического сердечника, который изготавливается из длиноволокнистого материала – пеньки, манилы и сизалия. Сердечник тщательно пропитывается антикоррозийной и противогнилостной смазкой.

Для вертикального подъема на шахтах наибольшее распространение получили канаты двойной крестовой свивки конструкции $6 \times 19 + 1 \text{OC}$ и $6 \times 37 + 1 \text{OC}$ (первая цифра означает число прядей в канате, вторая – число проволок в пряди, а буквы OC – органический сердечник каната).

Плоский канат (рис. 4) состоит из 8 отдельных канатов-стренг. Каждая стренга состоит из четырех прядей, не туго свитых и скрученных в



противоположные стороны, для того чтобы канат не раскручивался. Стренги сшиваются в канат мягкой проволокой (ушивальниками).

Плоские канаты имеют то преимущество, что не раскручиваются, но быстро выходят из строя по причине износа ушивальника. Кроме того, в процессе эксплуатации отдельные стренги вытягиваются больше других из-за неравномерного распределения нагрузки по ширине каната. Срок их службы примерно в 2 раза меньше срока службы круглых канатов.

Плоские канаты применяются при бобинном проходческом подъеме и в качестве подвесных канатов.

Технические характеристики круглых канатов представлены в табл. 17 и 18, а плоских—в табл. 19

Рис. 4. Плоский канат

Контрольные вопросы.

1. Предназначение рудничных подъёмных канатов.
2. Классификация рудничных подъёмных канатов.
3. Конструкция рудничных подъёмных канатов.
4. Виды свивки у подъёмных канатов.

Лабораторная работа № 3

Изучение конструкции механического оборудования рудничных подъемных установок.

Цель: изучение студентами общего значения, типов и области применения шахтных подъемных машин с диаметром барабана от 1,2 до 2 м. (Ц-2×1,5Б-25-РВ-660, Ц-2×1,5Б-25-РВ-660.)

Оборудование и наглядное пособие:

Изучение конструкции шахтных подъемных машин производится по чертежам, плакатам.

Краткие сведения конструкции шахтных подъемных машин.

Подъемные шахтные машины, имеют некоторые общие конструктивные особенности.

Основные узлы (главный вал в сборе, тормоза, приводы тормозов) собраны на одной раме, что упрощает устройство фундамента, облегчает и ускоряет монтаж, обеспечивает его высокое качество.

Опоры главного вала машины и валов редукторов выполняются на подшипниках качения.

Машины оснащены двумя тормозами с фрикционными накладками из износостойкой прессмассы. Конструкция крепления фрикционных накладок к балкам обеспечивает возможность их быстрой замены в процессе эксплуатации.

Каждый тормоз имеет свой тормозной привод – пружинный или пружинно-грузовой, обеспечивающий маневровое (регулируемое или стопорное) и предохранительное торможения.

Барабаны машин имеют металлическую обечайку с нарезными канавками для укладки первого слоя каната.

Ведущий шкив и отклоняющие шкивы многоканатных подъемных машин имеют футеровку из специального износостойкого пластика, обеспечивающего в паре со стальным подъемным канатом высокий коэффициент трения. Для проточки на футеровке желобков при эксплуатации поставляется специальное приспособление.

Двухбарабанные подъемные машины имеют зубчатый механизм перестановки барабанов, управление которым осуществляется с пульта машиниста или краном на блоке управления тормозом; подготовка к операции по регулировке длины канатов или смены горизонтов обеспечивается за 2 – 3 мин.

Управление машиной осуществляется с пульта, на котором установлены: рукоятки управления, указатель глубины циферблатного типа с сельсинным приводом, кнопки и измерительные приборы, счетчик сигналов, световые табло и приборы звуковой сигнализации. Пульт управления имеет с машиной только электрическую связь, что позволяет устанавливать его как непосредственно у подъемной машины, так и на приемной площадке, либо в другом, удобном для эксплуатации месте.

Надежность и безопасность работы подъемных машин обеспечивается аппаратами контроля и защиты и наличием соответствующих блокировок. Работа и взаимосвязь данных аппаратов определена электрической схемой управления машиной.

Во всех случаях срабатывания защиты отключается электродвигатель, и машина надежно затормаживается предохранительным тормозом.

Шахтные подъемные машины с диаметром барабана от 1,2 до 2 м

Для доставки полезных ископаемых, людей или грузов по наклонным или вертикальным горным выработкам мы рекомендуем применять наши одно- и двухбарабанные подъемные машины.

Габаритные размеры этих машин малы, а фундаменты очень просты, что

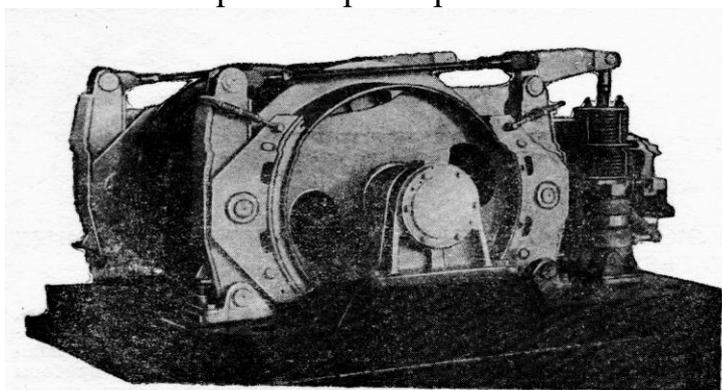


Рис. 1. Машина подъемная шахтная барабанная Ц-1,2x1 (вид сбоку)

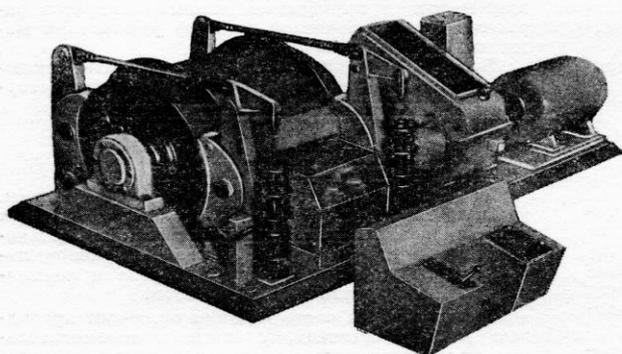


Рис. 2. Машина подъемная шахтная барабанная Ц-1,6x1,2

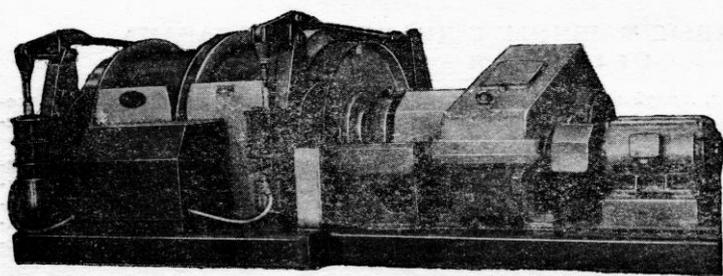


Рис. 3. Машина подъемная шахтная барабанная 2Ц-1,6x0,8 (вид спереди)

облегчает и удешевляет строительство здания или камеры для подъемной установки.

Машины могут быть

использованы для оборудования как эксплуатационных, так и

проходческих подъемных установок.

Они могут быть

установлены на

поверхности и под землей и работать в

среде, опасной по газу и пыли.

Машины подъемные шахтные с диаметром барабанов от 1,2, до 2 м поставляются типовыми комплектами. В типовой комплект кроме механической части входит встроенное и невстроенное электрооборудование нормального или взрывобезопасного исполнения.

Обозначение машин расшифровывается следующим образом: Ц – машина с цилиндрическим барабаном, однобарабанная; 2Ц – машина с цилиндрическим барабаном, двухбарабанная. Первое число за буквой Ц – диаметр барабана в метрах. Второе число – ширина барабана в метрах.

Последующие группы букв и цифр в условном обозначении определяют типовой комплект поставки машины. При заказе машины просим указывать полное условное обозначение типового комплекта.

Для машины с диаметром барабана 2 м вместо буквенного обозначения шага нарезке «т» необходимо указать один из рекомендуемых таблицами 1 и 2 шагов нарезки.

Машины с диаметром барабанов 2 м могут иметь левое или правое исполнение.

Пример условного обозначения машины подъемной шахтной с диаметром барабана 2 м, шириной барабана 1,5 м для скорости подъема 3,8

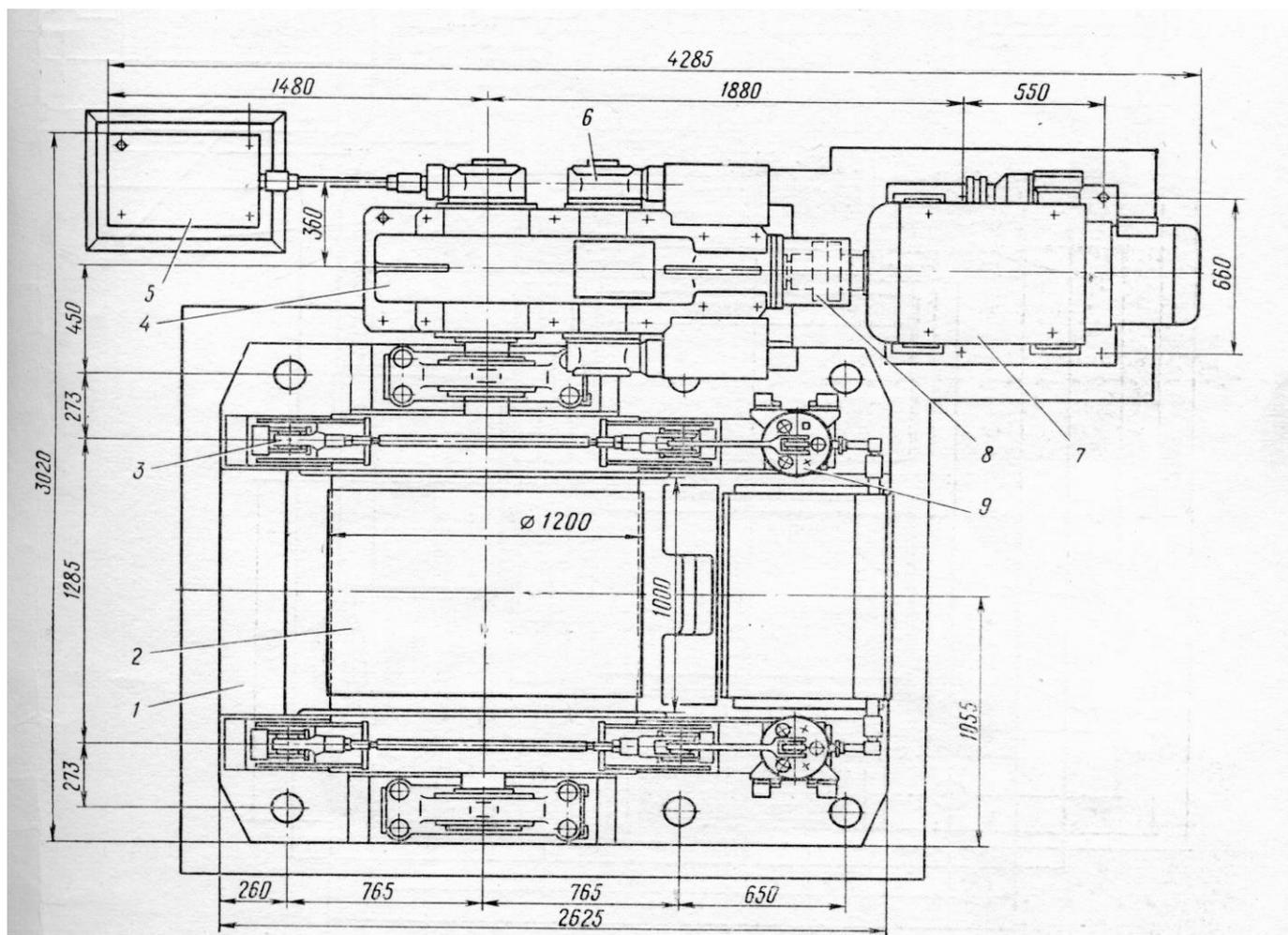


Рис. 4. Машина подъемная шахтная барабанная Ц-1,2x1 (вид в плане):
1 – рама; 2 – главный вал в сборе; 3 – тормоз; 4 – редуктор; 5 – аппарат управления машиной (АУЛ или АЗК); 6 – центробежное реле скорости; 7 – электродвигатель; 8 – муфта соединительная; 9 – привод тормоза

м/с, мощностью привода $N=250$ кВт, с шагом нарезки $t=25$ мм взрывобезопасного исполнения с напряжением сети 660 В, с правым расположением привода:

Ц-2×1,5Б-25-РВ-660.

То же для машины с левым расположением привода:

Ц-2×1,5Б-25-РВ-660 лев.

На рис. 1, 2, 3 показаны машины с барабанами диаметром 1,2 и 1,6 м.

Конструкция машин и их основных узлов показана на рис. 4.

Допускаемые нагрузки и мощности для машин указаны в табл.

Барабаны машины допускают трехслойную навивку каната, что важно для выработок большой длины или глубины.

Безопасность и надежность работы машины обеспечена наличием двух тормозов с двумя независимыми источниками торможения.

Приводы тормозов пружинно-гидравлические позволяют осуществить дистанционное управление машинами.

Широкий диапазон скоростей обеспечивается числом оборотов электродвигателя и передаточными числами редукторов.

Редукторы машин – двухступенчатые, с валами на подшипниках качения и внутренней системой смазки зубьев колес, надежные и удобные в работе.

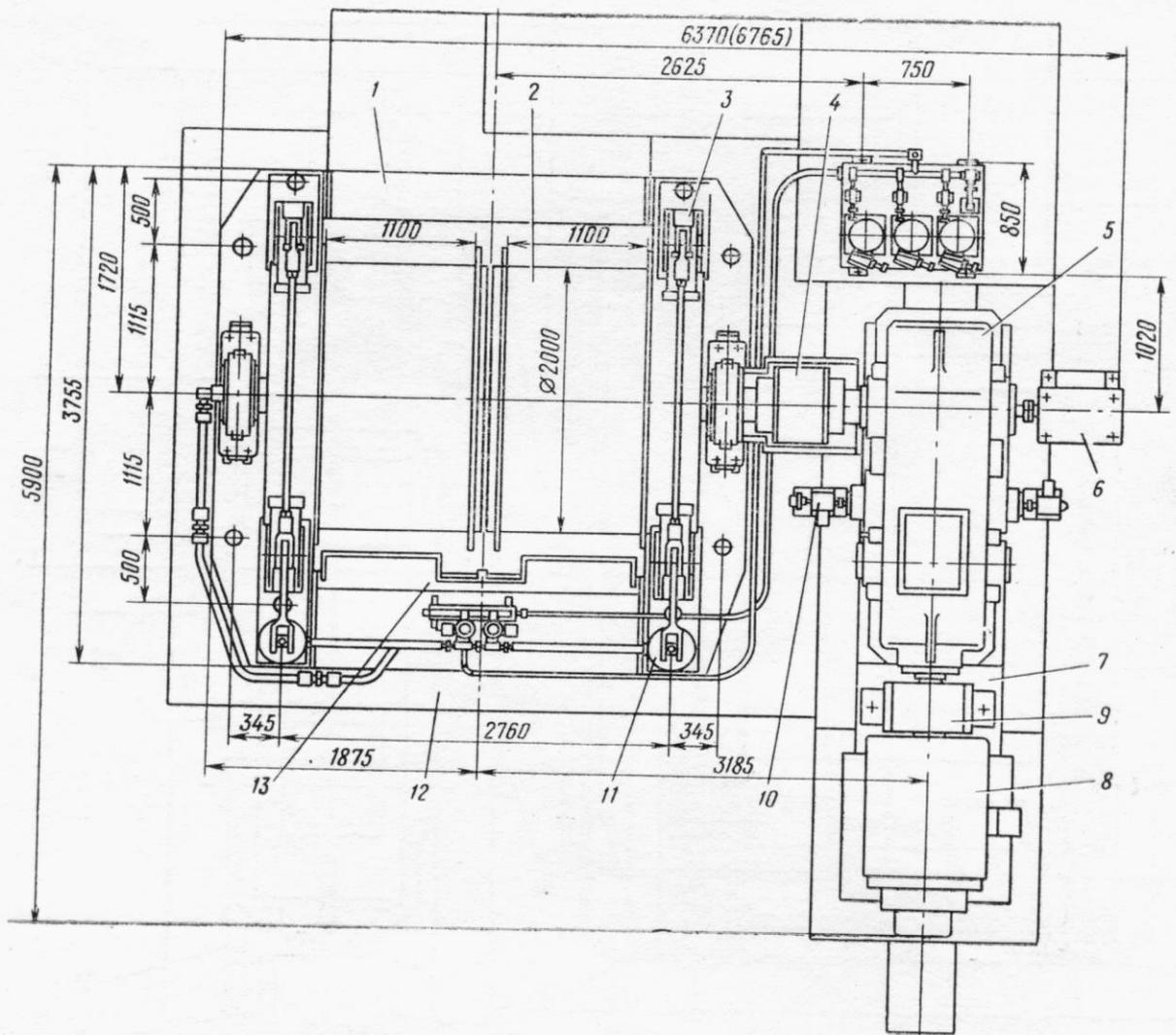
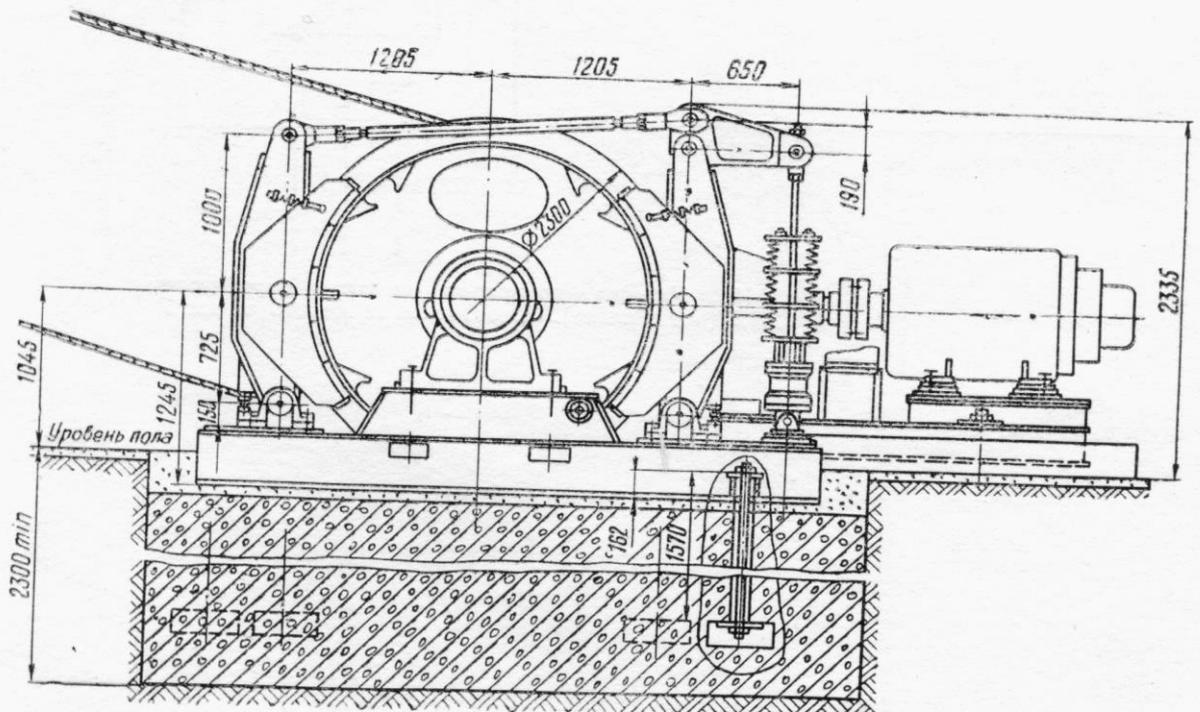


Рис. 11. Машина подъемная шахтная барабанная 2Ц-2x1,1 (вид в плане). Обозначения те же, что на рис. 7

Рис. 12. Машины подъемные шахтные Ц-2x1,5 и 2Ц-2x1,1 (вид сбоку)



Порядок выполнения работы:

1. Изучение условий применения шахтных подъемных машин.
2. Изучение конструкции шахтных подъемных машин.
3. Изучение схем подъемной шахтной барабанной машины Ц-1,2х1
4. Изучение схем подъемной барабанной шахтной машины Ц-2×1,5Б
5. Написать отчет о выполненной работе.

Контрольные вопросы.

1. Общее устройство подъемных машин.
2. Где применяется подъемные машины с цилиндрическими барабанами.
3. Типы подъемных машин.

Лабораторная работа № 4

Изучение тормозных систем, аппаратов контроля и защиты.

Цель: изучение студентами общего значения, типов, конструкции и принцип работы тормозных устройств, воздушных и гидравлических системы, пульт управления.

Оборудование и наглядное пособие:

Изучение конструкции и принцип работы тормозных устройств, воздушных и гидравлических систем, пульта управления.

Краткие сведения конструкций тормозных устройств.

Тормозные устройства.

Тормозное устройство состоит из исполнительного органа и привода.

Исполнительным органом служит тормоз. С помощью тормозного устройства создается тормозной момент при останове подъемной машины; при отключении двигателя во время разгрузки и загрузки сосудов вся подъемная система удерживается в покое. Эти две функции относятся к рабочему торможению.

При любых нарушениях нормальной работы машины тормоз автоматически останавливает машину. Такое торможение называется предохранительным (или аварийным). Предохранительное торможение включается от аппаратов защиты автоматически. Предусмотрена также возможность включения аварийного тормоза и машинистом (рукоятка, кнопка).

Исполнительный орган применяется колодочного типа с деревянными (или пресс-массовыми) колодками.

По ПБ исполнительный орган предохранительного тормозного устройства должен действовать на тормозные шкивы, которые должны находиться на валу органа навивки и быть скреплены с ободом этого органа.

Крупные подъемные машины снабжаются тормозами с поступательным перемещением колодок (рис. 185).

Тормоз приводится в действие приводом через тягу 7.

При перемещении тяги 7 вверх рычажный многозвенник прижимает обе колодки к ободу.

Растормаживание происходит за счет неуравновешенности весов рычажной системы. Для ограничения отхода тормозных балок 1 с колодками 2 от обода имеются ограничители 8.

Регулировка зазора между колодками и ободом, а также равномерности зазора по всей длине колодки производится тягами 5, 6, регулировочной стойкой 9 и упорами 3 и 10.

На малых подъемных машинах обычно устанавливаются тормоза с угловым перемещением колодок (рис. 186).

Колодки с поступательным перемещением имеют угол обхвата 90° – 100° , а с угловым перемещением только до 60° . при одинаковых удельных

давлениях между колодкой и ободом первый тормоз дает больший тормозной момент. Поэтому тормозами с поступательными перемещением колодок оборудуют крупные подъемные машины.

Максимальное удельное давление при деревянных колодках (тополь, верба) допускается 5 кг/см^2 . Для колодок пресс-массовых удельное давление можно допускать до 10 кг/см^2 . расчетный коэффициент трения для указанных сортов дерева $0,35$, а для пресс-материалов $0,2 - 0,25$.

Источником энергии при рабочем торможении служит сжатый воздух или масло под давлением $5 - 6 \text{ атм.}$

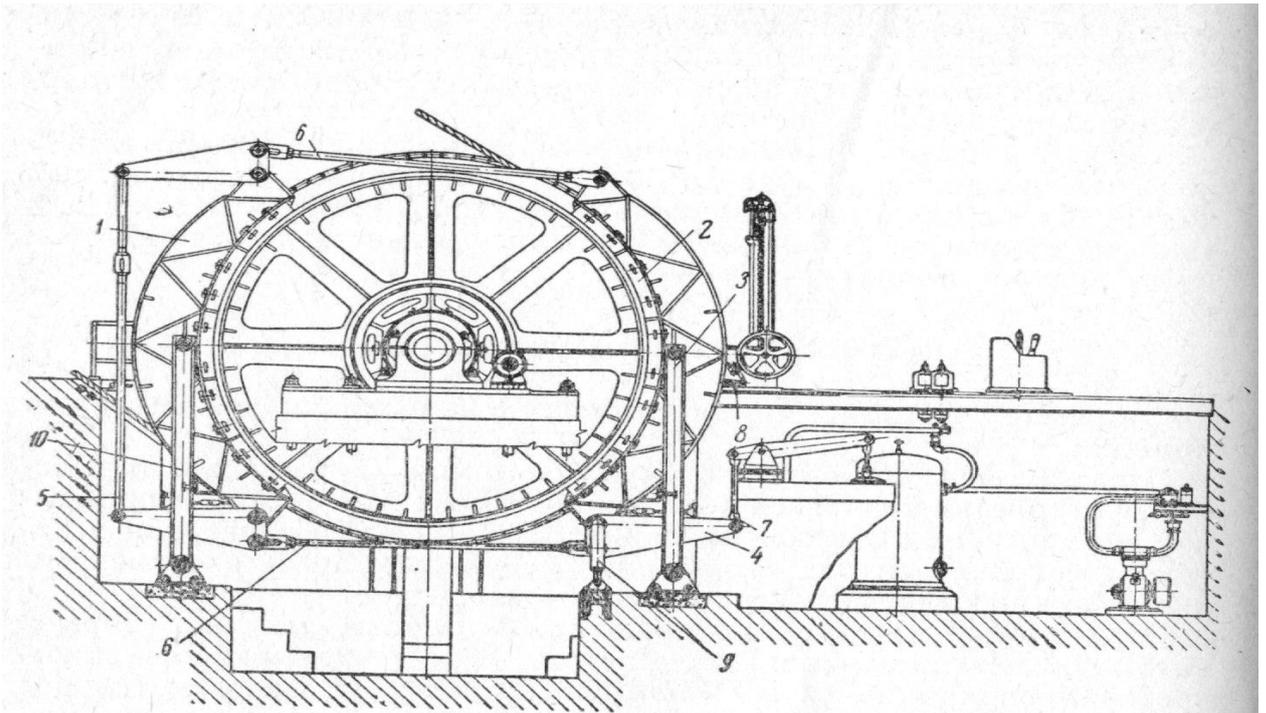


Рис. 184. Тормоз с поступательным перемещением колодок:
 1 — тормозные балки, 2 — колодки, 3, 10 — стойки, 4—5—6 — рычажный многозвенник,
 7 — тяга привода, 8 — ограничитель отхода колодки, 9 — регулировочная стойка

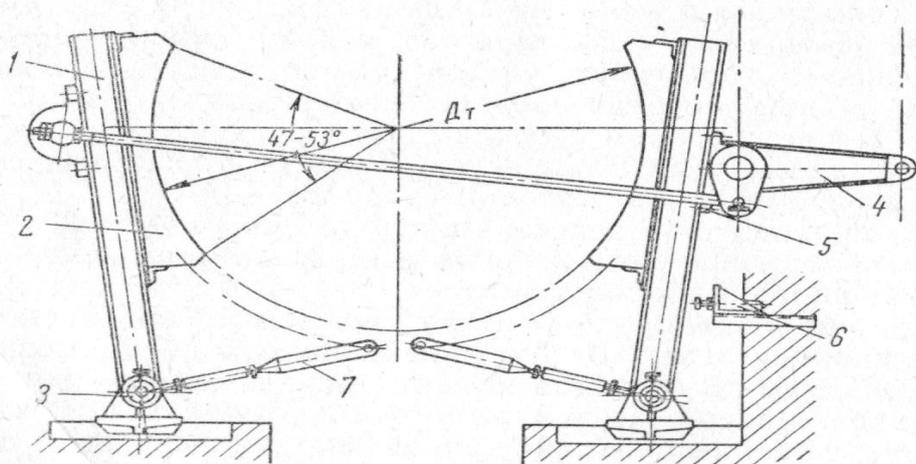


Рис. 185. Тормоз с угловым перемещением колодок:
 1 — тормозные балки, 2 — колодки, 3 — подшипники, 4 — рычаг,
 5 — стяжки, 6 — упор, 7 — стопор

Предохранительное торможение производится грузом, как самым надежным источником энергии. ПБ запрещают применение других источников энергии.

Пневматический привод тормоза изображен на рис. 187.

Привод состоит из рабочего цилиндра 1 с поршнем, предохранительного цилиндра 2 с подвешенным к его поршню грузом 3 и дифференциального рычага 4. Все элементы привода смонтированы на сварной раме, укрепленной на железобетонных постаментх фундамента. Расположение привода у машины видно на рис. 1. С левым концом дифференциального рычага соединена штанга, передающая усилие на исполнительный орган.

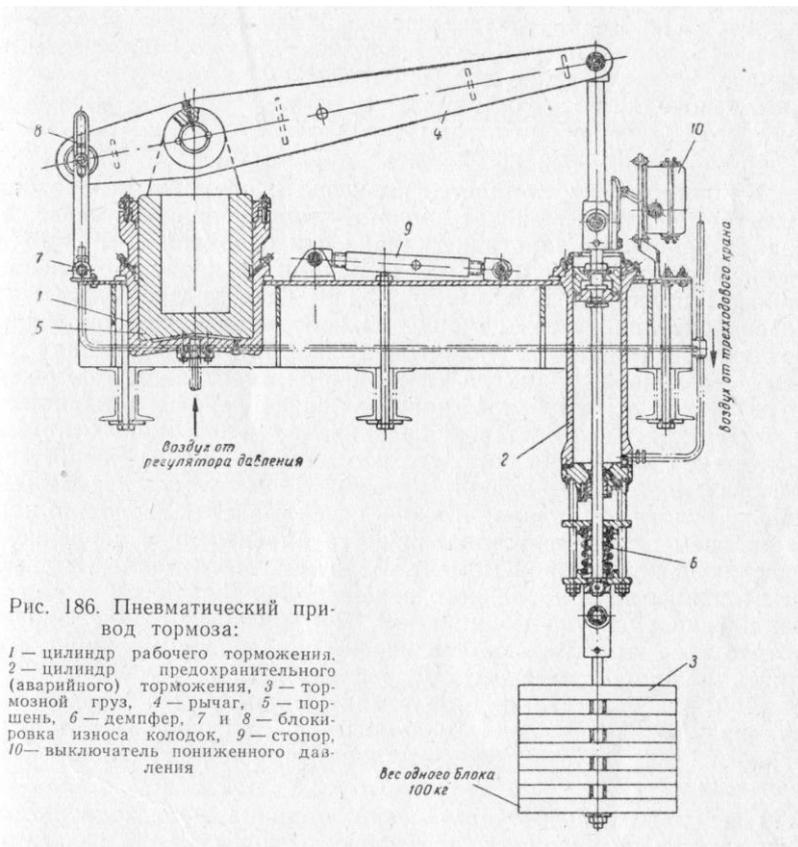


Рис. 186. Пневматический привод тормоза:

- 1 — цилиндр рабочего торможения,
- 2 — цилиндр предохранительного (аварийного) торможения, 3 — тормозной груз, 4 — рычаг, 5 — поршень, 6 — демпфер, 7 и 8 — блокировка износа колодок, 9 — стопор, 10 — выключатель пониженного давления

Во время нормальной работы машины предохранительный цилиндр наполнен сжатым воздухом и груз 3 удерживается в верхнем положении.

Рабочее торможение происходит при подаче сжатого воздуха в рабочий цилиндр. Рычаг 4 поворачивается вокруг правого шарнира. Давление воздуха дозируется регулятором давления. Чем больше будет давление под поршнем, тем сильнее будут прижиматься

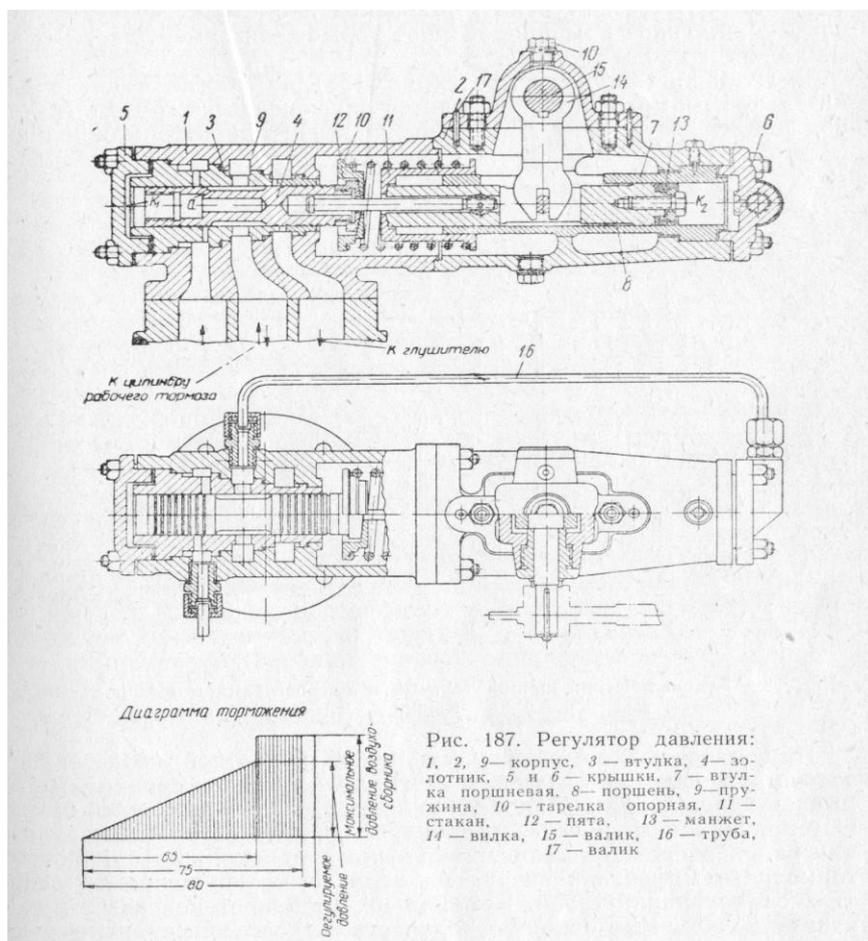


Рис. 187. Регулятор давления:

- 1, 2, 9 — корпус, 3 — втулка, 4 — золотник, 5 и 6 — крышки, 7 — втулка поршневая, 8 — поршень, 9 — пружина, 10 — тарелка опорная, 11 — стакан, 12 — пята, 13 — манжет, 14 — вилка, 15 — валик, 16 — труба, 17 — валик

колодки тормоза. Пользуясь регулятором давления, машинист может регулировать тормозной момент.

Принцип действия регулятора давления поясняет рис. 188.

В корпусе 1 перемещается поршень 8, пружина и золотник 4. При торможении машинист вилкой 14 подает поршень влево. Благодаря наличию в золотнике канала а и обводной трубки 16 давление в полостях К1 и К2 всегда одинаково и равно давлению в рабочем цилиндре. Поэтому пружина, не

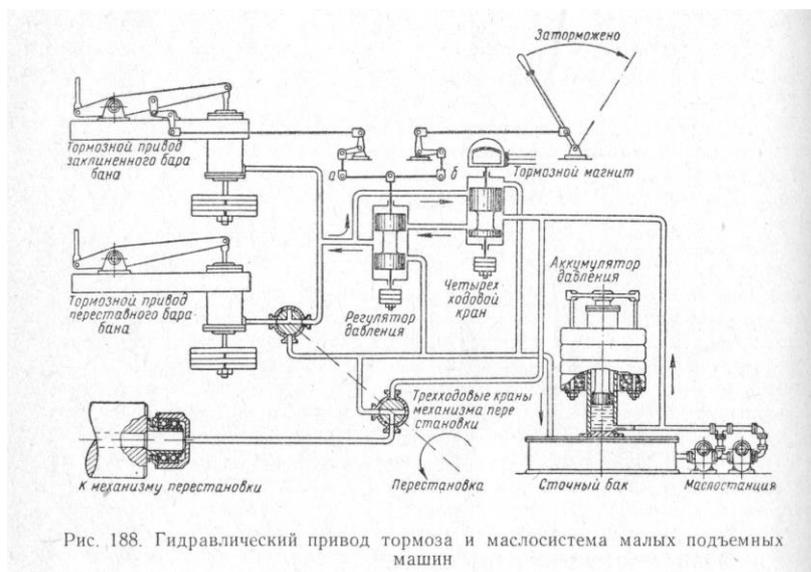


Рис. 188. Гидравлический привод тормоза и маслосистема малых подъемных машин

сжимаясь, перемещает влево золотник. Через выточку на золотнике канал, подводящий воздух, соединяется с каналом, ведущим в рабочий цилиндр. Давление воздуха в цилиндре повышается, наступает торможение. Через канал а и трубку 16 повышается давление и в полостях К1 и К2. пружина сжимается. Сопротивление шлифованных и смазанных стенок золотника во много раз меньше сопротивлений поршня, золотник (вправо) и вновь перекрывает подводящий канал. В рабочем цилиндре устанавливается определенное давление, определяющее тормозной момент. Величина этого давления зависит от величины первоначального перемещения золотника, т. е. от перемещения рукоятки машинистом. При большом ходе золотника потребуется значительное увеличение давления в цилиндре, чтобы сжать пружину и перекрыть подводящий канал.

При растормаживании золотник перемещается вправо. Воздух из цилиндра выходит в атмосферу (в глушитель), пружина разжимается и устанавливает золотник в устойчивое среднее положение.

Предохранительное торможение машины происходит автоматически при переподъеме, превышении скорости, при перегрузках двигателя, чрезмерном падении напряжения, износе колодок, падении давления воздуха и других нарушениях нормальной работы. В любом из этих случаев разрывается цепь защиты, питающая обмотку специального электромагнита. Якорь электромагнита, падая, поворачивает трехходовой кран, выпускающий воздух из цилиндра предохранительного тормоза.

При выпуске сжатого воздуха из цилиндра 2 (см. рис. 3) под действием груза поршень опускается и поворачивает дифференциальный рычаг вокруг среднего шарнира. Через штангу вес груза передается на колодки. Во избежание ударов и колебаний рычажной системы под

действием падающего груза аварийное торможение происходит в две ступени.

Для этого в цепь защиты включен еще один электромагнит рабочего торможения, связанный с регулятором давления. При разрыве цепи защиты оба электромагнита одновременно происходит выпуск воздуха из предохранительного цилиндра и впуск через регулятор давления воздуха в рабочий цилиндр.

Прежде чем груз начнет падать, колодки оказываются прижатыми рабочим тормозом – наступает первая ступень торможения. Вслед за этим груз начнет опускаться, осаживая рабочий поршень вниз. Вторая ступень торможения происходит без ударов и колебаний. Такое комбинированное торможение уменьшает и время холостого хода тормоза.

В гидравлическом тормозе (рис. 5) и рабочее и предохранительное торможение производится опускающимся грузом. Масло под давлением служит для поднятия груза при оттормаживании.

При рабочем торможении машинист рукояткой переставляет золотник регулятора давления вниз (точка а дифференциального рычага неподвижна). Масло из цилиндра уходит в сточный бак 2. опускающийся груз через рычажную систему возвращает золотник вверх в среднее положение (точка б неподвижна). Величина тормозного момента зависит от количества впущенного масла, т.е. от опускания груза. Чем дальше машинист переведет рукоятку на себя, тем большее количество масла успеет вытечь из цилиндра до момента обратной перестановки золотника регулятора давления.

Предохранительное торможение наступает при разрыве цепи электромагнита. При опускании золотника четырех ходового крана масло из цилиндра уходит в сток, минуя регулятор давления. Таким образом, предохранительное торможение не зависит от положения золотника регулятора, т.е. от рабочего торможения.

Условие независимости рабочего и предохранительного торможения обязательно для всех тормозов.

Гидравлический привод тормоза проще пневматического, но он уступает пневматическому в быстроте срабатывания. Холостой ход (время от момента подачи импульса до соприкосновения колодок с тормозным ободом) гидропривода достигает 0,4 – 0,6 сек; пневматического 0,1 – 0,2 сек.

В соответствии с ПБ время холостого хода должно быть не более 0,5 сек. Только при очень тщательной регулировке гидравлического тормоза удастся выполнить это требование.

Воздушная и гидравлическая системы

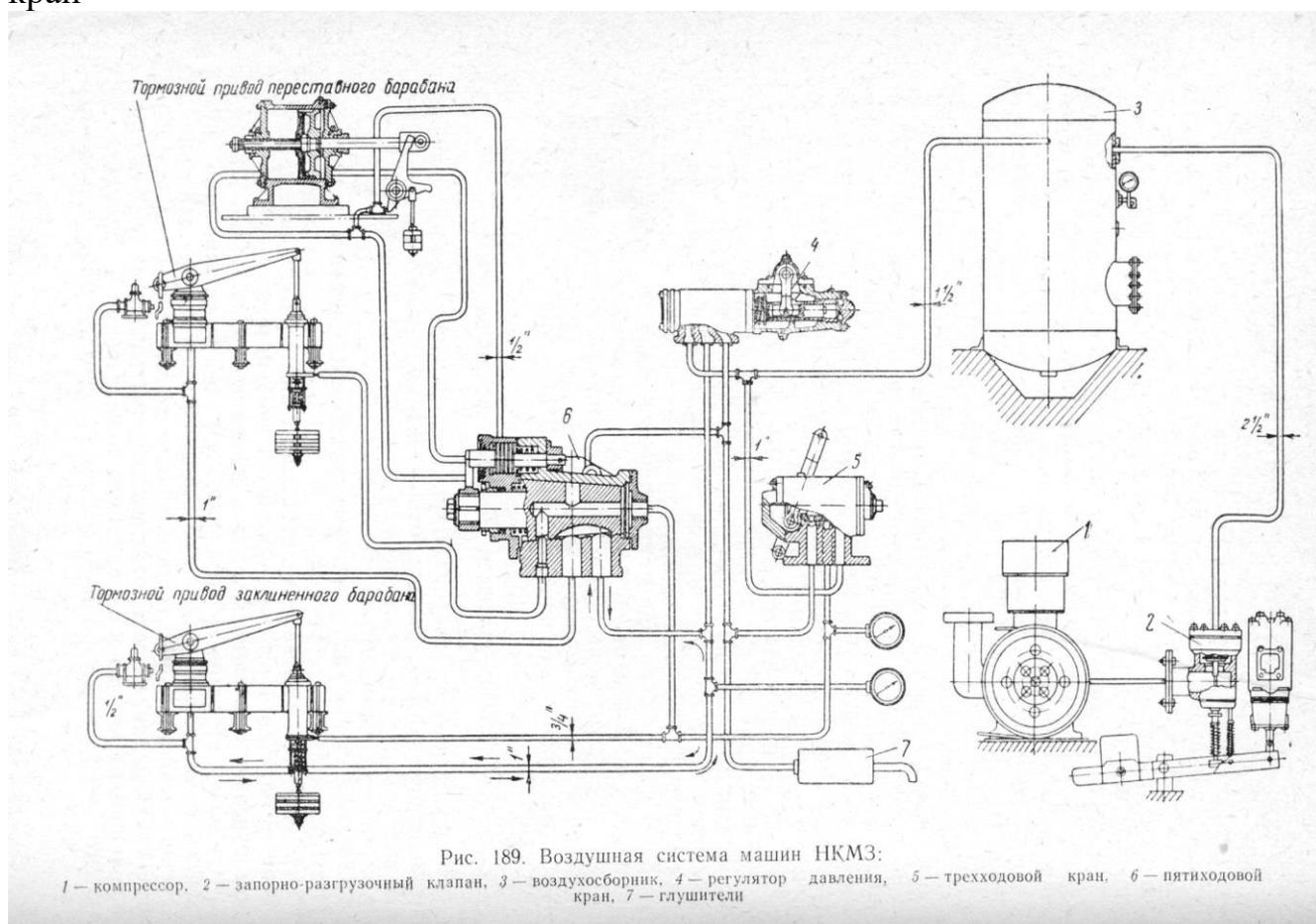
Воздушная система (рис. 189) предназначена для получения и распределения сжатого воздуха – источника энергии при работе тормозной системы и механизма перестановки барабанов крупных подъемных машин.

Такое же назначение гидравлической системы малых подъемных машин.

Включение компрессора автоматическое. При понижении давления в сети до 4 атм. манометрическое реле включает двигатель компрессора; при максимальном давлении – отключает.

От воздухоборника 3 (см. рис. 189) воздух движется по двум направлениям к регулятору давления 4 и к трехходовому крану 5. От регулятора давления идут трубопроводы к цилиндрам рабочего торможения. Но к цилиндру переставного барабана трубопровод подходит через кран механизма перестановки 6 (пятиходовой кран). Во время регулировки каната переставной барабан стопорится рабочим тормозом при максимальном давлении воздуха. Через регулятор давления машинист может воздействовать только на заклиненный барабан.

От трехходового крана воздух подводится к предохранительным цилиндрам. К цилиндру переставного барабана трубопровод проходит через кран



механизма перестановки. Это сделано для того, чтобы при перестановке застопорить переставной барабан грузом (выпустить воздух из предохранительного цилиндра).

Груз находится в верхнем положении, так как он поддерживается давлением поршня в рабочем цилиндре. Но в любой момент груз готов застопорить переставной барабан.

К механизму перестановки воздух проходит через трехходовой кран и кран механизма перестановки при максимальном нерегулируемом давлении. Пуск воздуха производится при повороте пятиходового крана.

На рис. 188 показана гидросистема малых подъемных машин. Аккумулятор давления создает в сети давление масла 6 ати. Циркуляция масла замкнутая. Маслостанция перекачивает масло из сточного бака под поршень аккумулятора и включается автоматически при перемещении груза вниз; выключается станция грузом при ходе его вверх.

От аккумулятора давления нагнетательная магистраль разветвляется на два направления: к тормозным цилиндрам и к механизму перестановки.

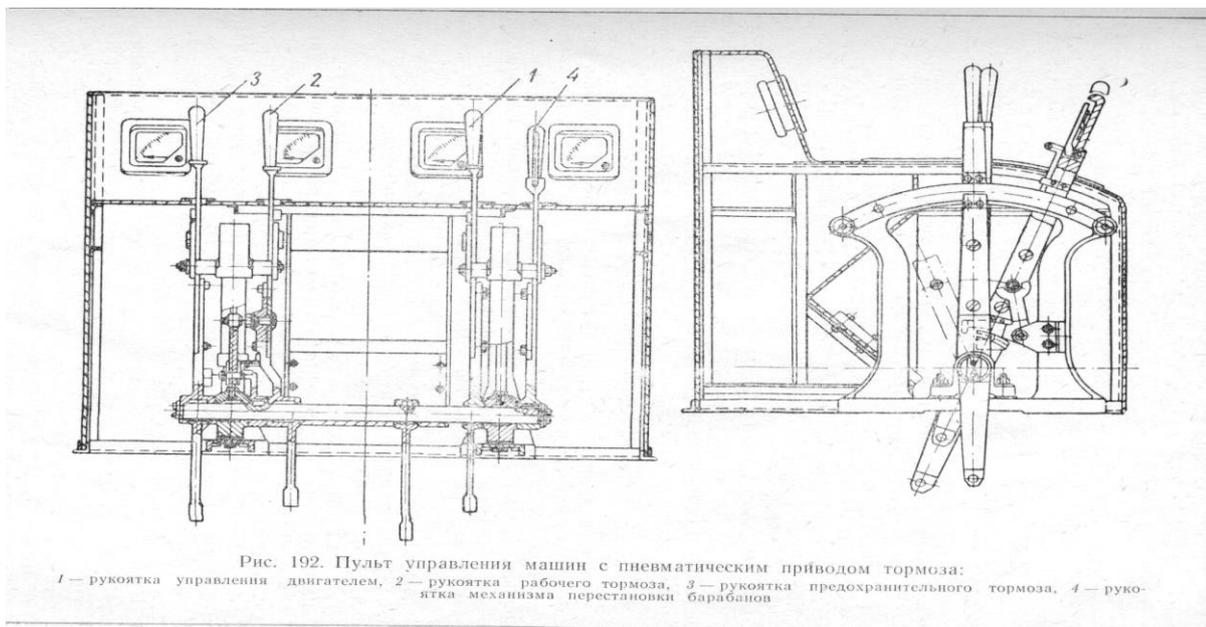
К цилиндру переставного барабана масло проходит через дополнительный трехходовой кран. Во время перестановки барабанов поворотом крана (показано на рисунке стрелкой) масло из цилиндра уходит в сточный бак. Опустившийся груз стопорит переставной барабан. Через другой трехходовой кран в механизм перестановки подается масло под давлением. Таким образом, при перестановке барабанов машинист может управлять только заклиненным барабаном через регулятор давления.

Пульт управления

Пульт управления машины НКМЗ имеет четыре рукоятки (рис. 192). С их помощью машинист выполняет все рабочие процессы: запуск и останов машины, рабочее торможение, предохранительное торможение и перестановку барабанов.

Рукояткой управления двигателем переключают контакты командоконтроллера, изменяя этим сопротивление в цепи ротора (при асинхронном двигателе) или в цепи обмотки возбуждения генератора (при системе Г – Д). Этим регулируется число оборотов двигателя. Этой же рукояткой машинист меняет направление вращения двигателя. Среднее положение рукоятки соответствует выключенному двигателю. При перемещении рукоятки вперед и назад (по отношению к среднему) двигатель вращается в одну или другую сторону. Рукоятка рабочего торможения служит для дозирования давления воздуха в рабочем цилиндре с помощью регулятора давления. Крайнее от машиниста положение рукоятки отвечает расторможенному состоянию машины. При переводе рукоятки в крайнее положение на себя машинист создает максимальное давление в цилиндре, т.е. получает максимальный тормозной момент. В этом диапазоне машинист имеет возможность регулировать тормозной момент бесступенчато от нуля до максимума.

Во избежание одновременной работы двигателя и тормоза рукоятка рабочего тормоза связана с блокировочным включателем. При возрастании тормозного момента до определенной величины (давление в цилиндре примерно 1,5 атм) подъемный двигатель отключается.



Рукояткой предохранительного торможения (крайняя слева) машинист включает аварийный тормоз, поворачивая трехходовой кран на выпуск воздуха из предохранительных цилиндров. Этой же рукояткой производится и зарядка тормоза, т.е. пуск воздуха в цилиндры предохранительного тормоза. Механически рукоятка связана с блокировочным выключателем, который отключает двигатель при аварийном торможении и разрывает цепь тормозных магнитов.

Во время нормальной работы машины рукоятка предохранительного торможения находится в среднем положении. Крайнее к машинисту положение соответствует аварийному торможению; крайнее от машиниста — процесс зарядки тормоза.

Четвертая рукоятка (крайняя справа) служит для управления механизмом перестановки барабанов через кран механизма перестановки. Крайнее к машинисту положение рукоятки соответствует нормальной работе машины (барабаны соединены и вращаются совместно). Крайнее положение от машиниста — переставной барабан отсоединен от вала и застопорен.

Рукоятки имеют блокировку. Включить двигатель невозможно при заторможенной машине. Нельзя также оттормозить предохранительный тормоз, прежде чем не заторможена машина рабочим тормозом.

Пульт управления машин с гидравлическим приводом тормоза имеет три рукоятки. Рукоятки предохранительного и рабочего торможения объединены в одну, так как тормоз имеет один общий тормозной цилиндр.

Малые подъемные машины с ручным управлением механизмом перестановки имеют пульт с двумя рукоятками — одна для управления двигателем, а другая для управления тормозом с гидроприводом.

Порядок выполнения работы:

1. Изучение схемы тормозных устройств.

2. Изучение схемы воздушных и гидравлических системы.
3. Изучение пульт управления.
4. Написать отчет о выполненной работе.

Контрольные вопросы.

1. Из чего состоит тормозные устройства и аппаратура защиты и контроля.
2. Основное предназначение воздушной и гидравлической системы.
3. Схема пульта управления.

Список литературы

1. Гришко А.П. Стационарные машины: Рудничные подъемные установки. учебник: - МГГУ. 2005-348с.
2. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. Учеб. пособие: - МГГУ. 2004-84с.
3. Картавый Н.Г. «Стационарные машин» Москва Недра, 1981-242с.
4. Песвианидзе А.В. «Расчет шахтных подъемных установок» Высшее образование .1992-566с.
5. Хаджиков Р.Н., Бутаков С.А «Горная механика» Москва, Недра. 1982-564с.
6. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М. Недра. 1986-384с.
7. Петухов А.И. и др. Горная механика Москва Недра 1965-334с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение		
Лабораторная работа № 1	Изучение механического оборудования подъема.	
Лабораторная работа № 2	Изучение конструкция рудничных канатов.	
Лабораторная работа № 3	Изучение конструкции механических оборудование рудничных подъемных установок.	
Лабораторная работа № 4	Изучение тормозных систем, аппаратов контроля и защиты.	
Список литературы		

Практическая работа № 1

Расчёт часовой производительности и каната подъёмных установок.

Исходными данными при проектировании подъемной установки являются: годовая производительность шахты A год; глубина шахты $H_{ш}$; число рабочих дней в году n_1 ; число часов работы подъема в сутки t_c . Тогда часовая производительность подъемной установки будет равна.

Расчитать главную подъемную установку для угольной шахты с годовой производительностью A ; глубины шахты $H_{ш}$.

Расчетная часовая производительность подъемной установки

$$A_{\pm} = \frac{\tilde{n}A}{i_1 t}$$

где $c=1,5$ - коэффициент, учитывающий резерв производительности подъемной установки и **неравномерность** поступления груза к стволу шахты;

n_1 - число рабочих дней работы подъемной установки в году;

t - число часов работы подъемной установки при трехсменном режиме работы.

Наивыгоднейшая грузоподъемность скипа

$$m_i = A_{\pm} \frac{4\sqrt{I} + \Theta}{3600}$$

где Θ - пауза между подъемами.

Принимаются стандартные 9-тонные скипы с секторным затвором. По табл.15 находим: m_m высота с прицепным устройством $h_{ск}$ размеры в плане 1770×2230 мм; высота разгрузки h_0

1. Расчет каната.

Подъемный канат, свитый из отдельных проволок, располагающихся под различными углами к его оси, представляет собой сложное для расчета упругое тело. Под действием нагрузки в канате, помимо статических

растягивающих напряжений, возникают напряжения от изгиба, обуславливающиеся перегибами на барабане и направляющем шкиве, кручения, а в период неустановившегося движения (во время пуска и торможения) – динамические напряжения. Под действием динамической нагрузки в канате возникают поперечные и продольные колебания. Совпадение собственных колебаний с вынужденными (что возможно при образовании эллипса на футеровке шкива или барабана) может вызвать в канате высокие напряжения, граничащие с пределом прочности.

Масса концевой нагрузки

$$m_0 = m_i + \delta_i$$

Высота копра

$$h_e = h_{i\dot{A}} + h_{\dot{n}\dot{e}} + h_{i\dot{\delta}} + h_{i\dot{\alpha}\dot{\delta}} + 0,75R_\phi$$

здесь $h_{ск}$ – высота скипа с прицепным устройством;

$h_{пр}$ — превышение рамы скипа над кромкой бункера при разгрузке;

$h_{пер}$ — высота переподъема;

$R_{ш}$ — ориентировочный радиус копрового шкива.

Принимается **одноподъемный** копер высотой h_k со шкивами, расположенными на одной горизонтальной оси.

Длина отвеса каната

$$H_0 = H_{ш} + h_{заг} + h_k$$

Высота загрузки при бункере большой емкости принята 30 м.

Масса 1 м каната

$$p = \frac{m_0 g}{\frac{\sigma_a}{i} - i_0 g \rho_0}$$

где $\sigma = 160 \cdot 10^6 g$ — предел прочности проволок при растяжении;

$m_0 g$ — растягивающее усилие от концевого груза, н;

n — запас прочности каната для грузовых подъемов;

ρ_0 — фиктивная плотность каната.

К навеске принимается канат с точечно-линейным касанием проволок, с ближайшим большим к расчетному значением;

диаметр каната d_k

масса 100 м смазанного каната $p' = 735,9$ кг;

суммарное разрывное усилие всех проволок в канате

$$Q_z' = Q_z g$$

фактический запас прочности каната

$$n = \frac{Q_z'}{(m_0 + p H_0) g}$$

Практическая работа № 2

Выбор типа подъемной машины и определение габаритов барабанов.

Чтобы не допустить возникновения в канате чрезмерных напряжений при навивке на барабан, ПБ устанавливают следующие соотношения между диаметром барабана и диаметром каната:

К установке принимаем подъемную машину с одним цилиндрическим разрезным барабаном, при котором легко можно регулировать длину канатов после вытяжки в процессе эксплуатации.

Диаметр барабана

$$D_{\text{б}} \geq 80 d_{\text{к}}$$

Высота подъема

$$H = H_{\text{ш}} + h_{\text{П.Б.}} + h_{\text{заг}} + h_{\text{пр}}$$

Ширина навивочной поверхности каждого из барабанов машины с двумя цилиндрическими барабанами и однослойной навивкой определяется из условия размещения на ней длины каната, равной высоте подъема H , резервной длины ($l_{\text{р}}=30-50$ м) и витков трения ($z_{\text{тр}}=3$ витка)

Строительная ширина барабана, необходимая для размещения одной ветви каната

$$B' = \left(\frac{H}{\pi D_{\text{б}}} + z_{\text{тр}} \right) (d_{\text{к}} + \varepsilon)$$

где $z_{\text{тр}}$ — витки трения;

ε — зазор между витками каната;

резервная длина каната ($l_{\text{р}}$) размещается на внутренних бобинах.

Принимаем к установке подъемную машину типа ЦР-4×3,2×0,9, которая имеет навивочную поверхность барабана для одного каната (до переставной части) $B_{\text{зак}}$

Принятая подъемная машина допускает максимальную статическую нагрузку 216000 n и максимальную разность статических натяжений канатов 137 000 n (см. табл. 22) при действующей статической нагрузке.

$$F_{ст.маx} = (m_{п} + m_{м} + pH) g$$

и при действующей разности статического натяжения ветвей каната при неуравновешенной системе подъема

$$S_{ст} = (m_{п} + pH) g$$

Кроме подъемных машин, оборудованных цилиндрическими барабанами, имеются машины, у которых цилиндрический барабан заменен узким легким шкивом трения. Канат не закрепляется на шкиве и не навивается на него, а лишь перебрасывается через шкив и прикрепляется к подъемным сосудам. Во время вращения шкива канат перемещается под действием сил трения, возникающих между канатом и футеровкой шкива.

Диаметр направляющих шкивов

$$D_{ш} \geq 80d_k$$

Принимают к **установке** направляющие шкивы с литым ободом типа ШК-4А диаметром $D_{ш}$

Практическая работа № 3

Расположение подъемной машины относительно ствола шахты.

При выборе места расположения подъемной машины необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на работу подъемной установки. Во-первых, условия залегания и разработки месторождения. Естественно, что нежелательно строить здание для машины в тех местах, где сдвигается поверхность или предполагается обрушение всякого бока месторождения.

Место расположения подъемных машин должно согласовываться с поверхностными сооружениями, с поверхностным транспортом и схемой загрузки и разгрузки подъемных сосудов. Все эти вопросы решаются комплексно при составлении технического проекта строительства шахты.

При проектировании подъемной установки необходимо предусмотреть:

а) чтобы фундаменты машинного здания и фундаменты укосины копра не соприкасались между собой, так как вибрация укосины может привести к разрушению фундаментов машины;

б) чтобы машинное здание было отнесено от ствола на такое расстояние, при котором угол наклона струны каната к горизонту был бы не менее 30° и нижняя струна каната не задевала бы за раму машины.

Расстояние между осью барабана и осью ствола шахты рекомендуется выбрать таким, чтобы струны каната не были слишком малыми и не происходил бы износ каната при его крайних положениях на барабане (о борта направляющих).

Минимальное расстояние между отвесом каната и осью барабана

$$b_{\min} = 0,45h_k + D_6 + R_{\text{ш}} + 6$$

Длина струны каната

$$l_s = \sqrt{(h_e - l_0)^2 + (b - R)^2}$$

где l_0 — превышение оси барабана над уровнем земли.

Для подъемных машин НКМЗ по конструкции рамы допускается минимальный угол наклона нижней струны к горизонту 30° . Отнесение здания подъемной машины на значительное расстояние от ствола (ведущее к уменьшению угла наклона струны каната к горизонту), как и приближение его к стволу (ведущее к увеличению угла φ), сказывается не только на условиях работы канатов, но и на распределении нагрузки на копер, что вызывает изменение положения фундамента укосины копра. Так, с уменьшением φ увеличивается горизонтальная составляющая усилия в укосине, стремящаяся опрокинуть копер, а с увеличением повышается давление на основание копра и его укосину.

Угол наклона струны каната к горизонту

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h_e - l_0}{b - R_\varphi}$$

Углы отклонения каната.

Внешний угол отклонения

$$\operatorname{tg} \alpha_i = \frac{\hat{A} - l_\phi}{2l_s}$$

Внутренний угол отклонения

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{2\hat{A}_{\hat{c}\hat{a}\hat{e}} - \hat{A} + l_\phi}{2l_s}$$

Практическая работа № 4

Кинематика подъема.

Из теоретической механики известно, что в разделе «Кинематика» изучается движение материальной точки и твердого тела без учета сил масс, определяющих это движение. Исходя из этого, в нашу задачу входит определение законов движения, как выражение скорости, ускорения и пути в функции времени при перемещении подъемных сосудов относительно приемных площадок без учета действующих сил.

Число рабочих дней в году принимают 300. Продолжительность работы подъема в сутки определяется режимом работы шахты. Угольной промышленности устанавливается трехсменный по 5 ч в смену ($t_c=15$ ч).

В рудной промышленности при проектировании подъемных установок для шахт большой производительности (3-5 млн. т в год) и глубоких горизонтов (1200-1600 м) с ограниченным числом стволов принимается трехсменный режим работы шахты – 3×6 ч, а режим работы скипового подъема – 3×7 ч при условии наличия подземного бункера с емкостью, рассчитанной на часовую производительность подъема.

Часовая производительность $A_{\text{ч}}$.

Число подъемов в час

$$\dot{i}_{\pm} = \frac{\dot{A}_{\pm}}{\delta_{\pm}}$$

Продолжительность одного цикла подъема

$$\dot{O}_{\pm} = \frac{3600}{\dot{i}_{\pm}}$$

Продолжительность движения подъемных сосудов при паузе Θ .

$$T = T_{\text{ц}} - \Theta$$

Ориентировочная средняя скорость движения

$$v_{\text{н\delta}} = \frac{\dot{I}}{\dot{O}}$$

Ориентировочная мощность двигателя подъемной машины

$$N = \frac{km_i gv_{\text{н0}}}{1000\eta_i} \rho$$

где k — коэффициент шахтных сопротивлений;
 $\eta_{\text{п}}$ — к. п. д. зубчатой передачи;
 ρ — характеристика динамического режима.

Ориентировочная максимальная скорость

$$v_{\text{max}} = \alpha v_{\text{ср}}$$

где α — множитель скорости.

Необходимое число оборотов двигателя при передаточном числе редуктора i

$$n = \frac{60 \cdot v_{\text{max}} i}{\pi D_{\dot{a}}}$$

Ближайшим по мощности асинхронным двигателем является двигатель АТ-18-Б 1000 квт; $n_{\text{н}}$; GD^2 .

Фактическая максимальная скорость движения в соответствии с принятым оборудованием

$$v_{\text{max}} = \frac{\pi D_{\dot{a}} n_i}{60i}$$

Эта скорость не превышает норм, установленных ПБ,

$$v_{\text{max}} \leq 0,8\sqrt{l}$$

Диаграмма скорости. Рациональной диаграммой скорости для проектируемой установки является пятипериодная. Исходными данными для расчета диаграммы являются: H ; T ; v_{max} ; h_0 . Принимаем: a_1 ; a_3 ; v_0 ; v_a .

Продолжительность движения в разгрузочных кривых

$$t_0 = \frac{2h_0}{v_0} \quad t_{\dot{a}} = \frac{2h_0}{v_a}$$

Ускорение при движении скипов в разгрузочных кривых

$$a_0 = \frac{v_0}{t_0}$$

$$a_4 = \frac{v_a}{t_4}$$

Продолжительность ускоренного движения скипов вне разгрузочных кривых

$$t_1 = \frac{v_{\max} - v_0}{a_1}$$

Путь ускоренного движения вне кривых

$$h_1 = \frac{(v_{\max} + v_0)t_1}{2}$$

Продолжительность замедленного движения скипов вне разгрузочных кривых

$$t_3 = \frac{v_{\max} - v_a}{a_3}$$

Путь замедленного движения вне кривых

$$h_3 = \frac{v_{\max} + v_a}{2} t_3$$

Путь равномерного движения

$$h_2 = H - 2h_0 - h_1 - h_3$$

Продолжительность равномерного движения

$$t_2 = \frac{h_2}{v_{\max}}$$

Фактическая продолжительность движения

$$T_{\phi} = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

против расчетного T .

Фактический коэффициент резерва производительности подъемной установки.

$$c_{\delta} = \tilde{n} \frac{\dot{O} + \Theta}{\dot{O}_{\delta} + \Theta}$$

Практическая работа № 5

Динамика подъема.

В динамике подъемной системы определяют момент вращения на валу органа навивки каната, который должен развивать двигатель, чтобы вызывать движение подъемных сосудов в соответствии с заданной диаграммой скорости.

Движущему моменту двигателя противостоят сопротивления: от сил тяжести (поднятие груза и неуравновешенной части массы каната), сил шахтных сопротивлений, а также сил инерции, возникающих при изменении скорости.

Из теоретической механики известно (из принципа Д'аламбера), что если к движущейся материальной системе приложить все действующие силы и силы инерции, то ее можно рассматривать как находящуюся в равновесии. Это положение механики по отношению к подъемной системе формулируется так: сумма моментов действующих сил инерции относительно той же оси, т.е.

Степень статической неуравновешенности

$$\delta = \frac{\delta I}{km_T}.$$

Подъемная система статически не уравнивается хвостовым канатом. Определение массы движущихся элементов подъемной системы, приведенной к окружности барабана.

Масса поступательно движущихся частей

$$m_{\text{пост}} = m_{\text{п}} + 2m_{\text{ск}} + 2\rho L_p$$

Длина одной ветви каната

$$L_p = H_{\phi} + h_{\zeta\alpha\bar{a}} + h_e + \frac{\pi D_{\phi}}{2} + l_s + l_p + 3\pi D_{\bar{a}}$$

Масса вращающихся элементов, приведенная к окружности навивки,

$$m_0 = m_{i\dot{a}} + m_{i\dot{c}.i} + m_{ip} + m_{i\phi}$$

Маховой момент барабанов машины ЦР-4Х3,7 $(GD^2)_\delta$

$$m_{i\dot{a}} = \frac{(GD^2)_{\dot{a}}}{D_{\dot{a}}^2}$$

Маховой момент редуктора $i = (GD^2)_{з.п}$

$$m_{i\dot{c}.i} = \frac{(GD^2)_{\dot{c}.i}}{D_{\dot{a}}^2}$$

Маховой момент ротора $(GD^2)_p$.

Приведенная масса ротора

$$m_{ip} = \frac{(GD^2)_p}{D_{\dot{a}}^2} i^2$$

Приведенная масса направляющего шкива типа ШК- 4А к его окружности

$$m_{i\phi} = \frac{(GD^2)_\phi}{D_\phi^2}$$

Суммарная масса движущихся элементов подъемной системы, приведенная к окружности навивки,

$$m_i = m_{\text{пост}} + m_0$$

Движущие усилия на окружности навивки подсчитываем по уравнению

$$F_{\delta e} = [km_{\Pi} + p(H - 2x)]g + m_i a.$$

В начале подъема

$$F_1 = [km_{\gamma} + \delta H]g + m_i a_0$$

в конце ускоренного движения в кривых

$$F_2 = [km_{\gamma} + \delta(H - 2h_0)]g + m_i a_0$$

в начале ускоренного движения вне кривых

$$F_3 = [km_{\gamma} + \delta(H - 2h_0)]g + m_i a_1$$

Расчёт подъёмной установки.

Дано:

$$A=900000 \text{ м}; H_{ш}=500 \text{ м}; c=1,5; n_1=300; t=15 \text{ ч}; \Theta=10 \text{ сек};$$

$$m_M=6160 \text{ кг}; h_{ск}=9900 \text{ мм } h_0=1,87 \text{ м}.$$

$$A_q = \frac{cA}{n_1 t} = \frac{1,5 \cdot 900000}{300 \cdot 15} = 300 \text{ м/ч},$$

$$m_n = A_q \frac{4\sqrt{H} + \Theta}{3600} = 300 \frac{4\sqrt{500} + 10}{3600} = 8,3 \text{ м}.$$

1. Расчет каната.

Дано:

$$h_{ск}=9,90 \text{ м}; h_{np}=0,3 \text{ м}; h_{nep}=2,5 \text{ м}; R_{ш}=2 \text{ м}; h_k=40 \text{ м}; n=6,5;$$

$$\rho_0=9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; d_k=45 \text{ мм}.$$

$$m_0 = m_{II} + m_M = 9000 + 6160 = 15160 \text{ кг}.$$

$$h_k = h_{II.B} + h_{ск} + h_{np} + h_{nep} + 0,75 R_{ш} = 25 + 9,9 + 0,3 + 2,5 + 0,75 \cdot 2 = 39,2 \text{ м}$$

$$H_0 = H_{ш} + h_{заг} + h_k = 500 + 30 + 40 = 570 \text{ м}.$$

$$p = \frac{m_0 g}{\frac{\sigma_s}{n \rho_0} - H_0 g} = \frac{1560 \cdot 9,81}{\frac{1590 \cdot 10^6}{6,5 \cdot 9 \cdot 10^3} - 570 \cdot 9,81} = 7,1 \text{ кг}$$

$$\sigma = 160 \cdot 10^6 \text{ г} = 160 \cdot 10^6 \cdot 9,81 = 1590 \cdot 10^6 \text{ (Н/м}^2\text{)}$$

$$\text{масса } 100 \text{ м смазанного каната } p' = 735,9 \text{ кг};$$

$$Q_z' = Q_z g = 126000 \cdot 9,81 = 1,22 \cdot 10^6 \text{ (Н)};$$

$$n = \frac{Q_z'}{(m_0 + p H_0) g} = \frac{1,22 \cdot 10^6}{(15160 + 7,36 \cdot 570) \cdot 9,81} = 6,55.$$

2. Выбор типа подъёмной машины и определение габаритов барабанов.

Дано:

$$z_{гр}=3; \varepsilon=3 \text{ мм}; l_p=30 \text{ м}; D_{ш}=4 \text{ м}.$$

$$D_{\delta} \geq 80 d_k = 80 \cdot 45 = 3600 \text{ мм}.$$

$$H = H_{ш} + h_{II.B} + h_{заг} + h_{np} = 500 + 25 + 30 + 0,3 = 555,3 \text{ м}.$$

$$B' = \left(\frac{H}{\pi D_{\delta}} + z_{mp} \right) (d_k + \varepsilon) = \left(\frac{555,3}{3,14 \cdot 4} + 3 \right) (45 + 3) = 2250 \text{ мм},$$

$$B_{\text{зак}} = 3,2 - 0,9 = 2,3 \text{ м.}$$

$$F_{\text{ст. max}} = (m_{\text{п}} + m_{\text{м}} + pH) g = (9000 + 6160 + 7,36 \cdot 555,3) 9,81 = 189\,000 \text{ н}$$

$$S_{\text{ст}} = (m_{\text{п}} + pH) g = (9000 + 7,36 \cdot 555,3) 9,81 = 13\,090 \text{ н.}$$

$$D_{\text{ш}} \geq 80d_{\text{к}} = 80 \cdot 45 = 3600 \text{ мм.}$$

3. Расположение подъемной машины относительно ствола шахты.

Дано:

$$b = 50 \text{ м}; l_0 = 0,6 \text{ м}; l_{\text{ш}} = 1800 \text{ мм.}$$

$$b_{\text{min}} = 0,45h_{\text{к}} + D_6 + R_{\text{ш}} + 6 = 0,45 \cdot 40 + 4 + 2 + 6 = 30 \text{ м.}$$

$$l_s = \sqrt{(h_{\text{к}} - l_0)^2 + (b - R)^2} = \sqrt{(40 - 0,6)^2 + (50 - 2)^2} = 61,6 \text{ м,}$$

$$tg\varphi = \frac{h_{\text{к}} - l_0}{b - R_{\text{ш}}} = \frac{40 - 0,6}{50 - 2} = 0,82; \quad \varphi = 39^\circ.$$

$$tg\alpha_{\text{н}} = \frac{B - l_{\text{ш}}}{2l_s} = \frac{3,2 - 1,8}{2 \cdot 61,6} = 0,011; \quad \alpha_{\text{н}} = 0^\circ 41'.$$

$$tg\alpha_{\text{г}} = \frac{2B_{\text{зак}} - B + l_{\text{ш}}}{2l_s} = \frac{2 \cdot 2,3 - 3,2 + 1,8}{2 \cdot 61,6} = 0,026; \quad \alpha_{\text{г}} = 1^\circ 30'.$$

4. Кинематика подъема.

Дано:

$$A_{\text{ч}} = 300 \text{ м/ч}; \Theta = 10 \text{ сек}; k = 1,15; \eta_{\text{п}} = 0,92; \rho = 1,4; i = 10,5; i = 11,5;$$

$$\text{АТ-18-Б } 1000 \text{ квт}; n_{\text{п}} = 370 \text{ об/мин}; GD^2 = 3600 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \text{ } H = 555,3 \text{ л;}$$

$$h_0 = 1,87 \text{ м}; a_1 = 0,7 \text{ м/сек}^2; a_3 = 0,9 \text{ м/сек}^2; v_0 = 1,2 \text{ м/сек}; v_a = 0,7 \text{ м/сек.}$$

$$n_{\text{ч}} = \frac{A_{\text{ч}}}{m_{\text{п}}} = \frac{300}{9} = 33,4 \approx 34.$$

$$T_{\text{ч}} = \frac{3600}{n_{\text{ч}}} = \frac{3600}{34} = 106 \text{ сек.}$$

$$T = T_{\text{ч}} - \Theta = 106 - 10 = 96 \text{ сек.}$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{H}{T} = \frac{555,3}{96} = 5,8 \text{ м/сек.}$$

$$N = \frac{km_{\text{п}}gv_{\text{ср}}}{1000\eta_{\text{п}}}\rho = \frac{1,15 \cdot 9000 \cdot 9,81 \cdot 5,8}{1000 \cdot 0,92} 1,4 = 895 \text{ квт,}$$

$$v_{\text{max}} = \alpha v_{\text{ср}} = 5,8 \cdot 1,2 = 6,9 \text{ м/сек,}$$

$$n = \frac{60 \cdot v_{\max} i}{\pi D_{\phi}} = \frac{60 \cdot 6,9 \cdot 10,5}{3,14 \cdot 4} = 348 \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{60 \cdot v_{\max} i}{\pi D_{\phi}} = \frac{60 \cdot 6,9 \cdot 11,5}{3,14 \cdot 4} = 380 \text{ об/мин.}$$

$$v_{\max} = \frac{\pi D_{\phi} n_{\text{н}}}{60 i} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 370}{60 \cdot 10,5} = 7,36 \text{ м/сек}$$

$$v_{\max} \leq 0,8\sqrt{H} = 0,8\sqrt{555,3} = 18,9 \text{ м/сек.}$$

$$t_0 = \frac{2h_0}{v_0} = \frac{2 \cdot 1,87}{1,2} = 3,12 \text{ сек.}$$

$$t_a = \frac{2h_0}{v_a} = \frac{2 \cdot 1,87}{0,7} = 5,45 \text{ сек.}$$

$$a_0 = \frac{v_0}{t_0} = \frac{1,2}{3,12} = 0,384 \text{ м/сек}^2;$$

$$a_4 = \frac{v_a}{t_4} = \frac{0,7}{5,45} = 0,13 \text{ м/сек}^2.$$

$$t_1 = \frac{v_{\max} - v_0}{a_1} = \frac{7,36 - 1,2}{0,7} = 8,8 \text{ сек.}$$

$$h_1 = \frac{(v_{\max} + v_0)t_1}{2} = \frac{(7,36 + 1,2)8,8}{2} = 37,8 \text{ м.}$$

$$t_3 = \frac{v_{\max} - v_a}{a_3} = \frac{7,36 - 0,7}{0,9} = 7,4 \text{ сек.}$$

$$h_3 = \frac{v_{\max} + v_a}{2} t_3 = \frac{7,36 + 0,7}{2} 7,4 = 29,8 \text{ м.}$$

$$h_2 = H - 2h_0 - h_1 - h_3 = 555,3 - 2 \cdot 1,87 - 37,8 - 29,8 = 484 \text{ м.}$$

$$t_2 = \frac{h_2}{v_{\max}} = \frac{484}{7,36} = 65,8 \text{ сек.}$$

$$T_{\phi} = t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 3,12 + 8,8 + 65,8 + 7,4 + 5,45 = 90,6 \text{ сек}$$

$$c_{\phi} = c \frac{T + \Theta}{T_{\phi} + \Theta} = 1,5 \frac{96 + 10}{90,6 + 10} = 1,58.$$

5. Динамика подъема.

Дано:

$$(GD^2)_p = 3600 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \text{ ЦР-4X3,7 } (GD^2)_{\phi} = 300\,000 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\delta = \frac{pH}{km_{\Pi}} = \frac{7,36 \cdot 555,3}{1,15 \cdot 9000} = 0,4.$$

$$m_{\text{пост}} = m_{\Pi} + 2m_{\text{ск}} + 2pL_p = 9000 + 2 \cdot 6160 + 2 \cdot 7,36 \cdot 706 = 31720 \text{ кг}.$$

$$\begin{aligned} L_p &= H_{uu} + h_{3a2} + h_{\kappa} + \frac{\pi D_{uu}}{2} + l_s + l_p + 3\pi D_{\delta} = \\ &= 500 + 30 + 40 + \frac{3,14 \cdot 4}{2} + 61,6 + 30 + 3 \cdot 3,14 \cdot 4 = 706 \text{ м} \end{aligned}$$

$$m_0 = m_{i\delta} + m_{i3.n} + m_{ip} + m_{iuu} = 18700 + 5600 + 24800 + 2 \cdot 2130 = 43360 \text{ кг}.$$

$$m_{i\delta} = \frac{(GD^2)_{\delta}}{D_{\delta}^2} = \frac{300000}{4^2} = 18700 \text{ кг}.$$

$$i = 10,5 (GD^2)_{3.\Pi} = 90000 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$m_{i3.n} = \frac{(GD^2)_{3.n}}{D_{\delta}^2} = \frac{90000}{4^2} = 5600 \text{ кг}.$$

$$m_{ip} = \frac{(GD^2)_p}{D_{\delta}^2} i^2 = \frac{3600}{4^2} \cdot 10,5^2 = 24800 \text{ кг}.$$

$$m_{iuu} = \frac{(GD^2)_{uu}}{D_{uu}^2} = \frac{34200}{4^2} = 2130 \text{ кг}.$$

$$m_i = m_{\text{пост}} + m_0 = 31720 + 43360 = 75080 \text{ кг}.$$

$$F_{\delta\delta} = [km_{\Pi} + p(H - 2x)]g + m_i a.$$

$$\begin{aligned} F_1 &= [km_{\Pi} + pH]g + m_i a_0 = (1,15 \cdot 9000 + 7,36 \cdot 555,3)9,81 + \\ &\quad + 75080 \cdot 0,384 = 170460 \text{ Н}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= [km_{\Pi} + p(H - 2h_0)]g + m_i a_0 = [1,15 \cdot 9000 + 7,36(555,3 - 2 \cdot 1,87)]9,81 + \\ &\quad + 75080 \cdot 0,384 = 170180 \text{ Н}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_3 &= [km_{\Pi} + p(H - 2h_0)]g + m_i a_1 = [1,15 \cdot 9000 + 7,36(555,3 - 2 \cdot 1,87)]9,81 + \\ &\quad + 75080 \cdot 0,7 = 193920 \text{ Н}, \end{aligned}$$

Список литературы

1. Гришко А.П. Стационарные машины: Рудничные подъемные установки. учебник: - МГГУ. 2005-348с.
2. Гришко А.П., Шелоганов В.И. Стационарные машины и установки. Учеб. пособие: - МГГУ. 2004-84с.
3. Картавый Н.Г. «Стационарные машин» Москва Недра, 1981-242с.
4. Песвианидзе А.В. «Расчет шахтных подъемных установок» Высшее образование .1992-566с.
5. Хаджиков Р.Н.,Бутаков С.А «Горная механика» Москва, Недра. 1982-564с.
6. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М. Недра. 1986-384с.
7. Петухов А.И. и др. Горная механика Москва Недра 1965-334с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 1	Расчёт часовой производительности и каната подъёмных установок.	
Практическая работа № 2	Выбор типа подъемной машины и определение габаритов барабанов.	
Практическая работа № 3	Расположение подъемной машины относительно ствола шахты.	
Практическая работа № 4	Кинематика подъема.	
Практическая работа № 5	Динамика подъема.	
Пример расчёта ПУ	Расчёт подъёмной установки.	
Список литературы		

Вопросы по предмету: «Шахтные подъёмные установки»

1. Общее устройство и классификация рудничных подъемных установок. – (подъемный сосуд, органы навивки, привод, наклон ствола)
2. Подъемные сосуды, неопрокидываемые клетки. – (коуш, прицепные устройства, стопорные устройства, парашютные устройства)
3. Подъемные сосуды, опрокидываемые клетки. – (канатные парашюты, посадочные кулаки, качающаяся площадка, разгрузочные кривые, вращения)
4. Подъемные сосуды, опрокидываемые скипы. – (форма кузова, рама, вал, ролики)
5. Подъемные сосуды, неопрокидываемые скипы. – (кузов, разгрузочная кривая, разгрузочные устройства)
6. Скипо-клетовой подъем. – (скип, клеть, ветви)
7. Загрузочные устройства. – (подземный бункер, дозатор, затвор, тяга)
8. Классификация и конструкция рудничных канатов. – (свивки, трехгранные канаты, круглопрядные, фасоннопрядные, плоский, многослойный)
9. Расчет канатов. – (концевой груз, максимальная длина отвеса каната, масса каната, растяжение каната)
10. Общее устройство органа навивки каната. (барабан, однобарабанной, двухбарабанной, шкив, шкива трения, размещение каната, цилиндрические барабаны, бицилиндроконические барабаны)
11. Расположение подъемных машин у ствола шахты. – (высота копра, схема расположения, радиус направляющего шкива)
12. Кинематика подъема. – (часовая производительность, число подъемов, грузоподъемность скипа, скорость движения)
13. Динамика подъема. – (движущий момент, статический момент, суммарный момент, сопротивление, ускорение)
14. Особенности подъемных систем со шкивами трения. – (скольжение каната, максимальная разность статических натяжений на ободке шкива при подъеме груза)
15. Определение мощности двигателя расхода электроэнергии и к. п. д. подъемной установки. – (мощность двигателя, расход электроэнергии)
16. Электрический привод шахтных подъемных машин. – (синхронный привод, асинхронный привод)
17. Тормозные устройства шахтных подъемных машин. – (тормозной шкив, колодки, рычаг, упоры, тяга, гидравлический привод, пневматический привод, шарнир)
18. Аппараты защиты и контроля шахтных подъемных машин. – (ограничители скорости, концевые выключатели, скоростемер)

19. Монтаж и эксплуатация шахтных подъемных установок. – (монтаж, смена канатов)
20. Карьерные подъемные установки. – (клетевой подъемник, скиповой подъемник, разгрузочные устройство, загрузочные устройство)
21. Расчет производительности подъемной установки.
22. Выбор и расчет подъемной установки.
23. Определение мощности электродвигателя.

1.	Подъемные установки не классифицируются по какому признаку
A	По напряжению
B	По назначению
C	По типу подъемных сосудов
D	По типу органов навивки канатов
E	По степени уравновешенности подъемной системы
2.	Основные элементы подъемной машины
A	Органы навивки каната, привод, аппараты управления и защиты
B	Камера опрокидывателя
C	Затвор дозатора
D	Загрузочный бункер
E	Вагоны
3.	Типы подъемных сосудов
A	Клеть, скип, бадья
B	Клеть, емкость
C	Скип, затвор
D	Скип, клеть, затвор
E	Бадья, скип, емкость
4.	Главные подъемные установки предназначены....
A	Для подъема полезного ископаемого
B	Для спуска и подъема людей
C	Для спуска и подъема транспорта
D	Для внеочередных поездок в шахту ИТР
E	Для подъема оборудования
5.	Грузо-людские подъемные установки предназначены...
A	Для спуска и подъема людей, транспорта, оборудования
B	Для подъема полезного ископаемого
C	Для проходки и углубки стволов
D	Для ревизии ствола
E	Породный скиповой подъем на угольных шахтах
6.	Инспекторские подъемные установки предназначены...
A	Для внеочередных поездок в шахту ИТР, ревизии ствола
B	Для спуска и подъема транспорта
C	Для подъема оборудования
D	Для подъема полезного ископаемого
E	Для проходки и углубки стволов
7.	Проходческие подъемные установки предназначены...
A	Для проходки и углубки стволов
B	Для внеочередных поездок в шахту ИТР
C	Для подъема полезного ископаемого
D	Для ревизии ствола
E	Для подъема оборудования
8.	Вспомогательные – грузовые подъемные установки предназначены...
A	Породный скиповой подъем на угольных шахтах
B	Для ревизии ствола
C	Для внеочередных поездок в шахту ИТР
D	Для подъема оборудования
E	Для проходки и углубки стволов
9.	Скиповые подъемные сосуды предназначены....

A	Для подъема только полезного ископаемого
B	Для подъема оборудования
C	Для ревизии ствола
D	Для подъема людей
E	Для подъема транспорта
10.	Грузоподъемность клетей составляет
A	От 1 до 10 т
B	До 1 т
C	12 т
D	От 10 т
E	20 т
11.	Стопорные устройства применяются на клетях
A	Для захвата вагонеток
B	Для захвата груза
C	Для захвата породы
D	Для привода
E	Для захвата инструмента
12.	Что обозначает число 1 в типе опрокидных клетей 2КШ-1
A	Этаж
B	Размер
C	Грузоподъемность
D	Длина клетя
E	Ширина клетя
13.	Максимальная высота разгрузки опрокидных клетей.
A	12-17 м
B	3 м
C	10 м
D	7 м
E	1 м
14.	Грузоподъемность опрокидных клетей для угольной промышленности по ГОСТу
A	вагонетки с грузоподъемности 1,2 и 3 т.
B	вагонетки с грузоподъемности 5 т.
C	вагонетки с грузоподъемности 10 т.
D	вагонетки с грузоподъемности от 5 до 10 т.
E	вагонетки с грузоподъемности от 3 до 5 т.
15.	Объем вагонеток ВШ - 1
A	1,1 м ²
B	2,2 м ²
C	3,3 м ²
D	5 м ²
E	10 м ²
16.	Опрокидные клетки применяются на шахтах
A	на неглубоких шахтах
B	на глубоких шахтах
C	на шахтах большой производительности
D	на глубоких шахтах с большой производительности
E	на шахтах с средней производительности
17.	Опрокидные скипы применяются...
A	для подъема полезного ископаемого
B	для подъема оборудования

С	для подъема людей
D	для подъема транспорта
Е	для ревизии ствола
18.	Угол опрокидывания кузова скипа?
A	135 ⁰
B	100 ⁰
С	45 ⁰
D	90 ⁰
Е	110 ⁰
19.	Объем руды в бункере для скипов грузоподъемностью 20-25 т должны быть
A	60-260 м ³
B	30-60 м ³
С	50 м ³
D	30 м ³
Е	300 м ³
20.	Загрузочные устройства применяется
A	для загрузки породы на скипы
B	для загрузки породы неопрокидных клетов
С	для загрузки породы на опрокидные клетки
D	для загрузки транспорта на клетки
Е	для загрузки оборудована на скипы
21.	Загрузочное устройство состоит
A	из подземного бункера и дозатора
B	из вагонетки
С	из питателя
D	из клетки
Е	из скипа
22.	Какое состояние нижних подвесных канатов подлежат замене?
A	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 10 %
B	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 2 %
С	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 5 %
D	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 3 %
Е	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 7 %
23.	Какое состояние канатов отмечается в «Книге по осмотру канатов» и подвергается к ежесуточному тщательному осмотру?
A	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 2 %
B	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 10 %
С	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 5 %
D	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 7 %
Е	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 15 %
24.	Какое состояние головных подвесных канатов подлежат замене?
A	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 5 %
B	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 10 %
С	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 2 %
D	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 3 %
Е	Если число оборванных на шаге свивки проволок составляет 7 %
25.	При каком скорости каната производится запись канатограммы?
A	При скорости протягивания каната 2 м/сек.
B	При скорости протягивания каната 10 м/сек.
С	При скорости протягивания каната 5 м/сек.

D	При скорости протягивания каната 0,3 м/сек.
E	При скорости протягивания каната 3,5 м/сек.
26.	При каком скорости производится ежесуточный осмотр каната?
A	При скорости не более 0,3 м/сек.
B	При скорости более 2 м/сек.
C	При скорости более 0,5 м/сек.
D	При скорости 10 м/сек.
E	При скорости 5 м/сек.
27.	Какой канат бракуется при испытании для спуска и подъема людей?
A	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб площадь проволок – 6 %
B	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 10 %
C	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 15 %
D	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 7 %
E	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 12 %
28.	Какой канат бракуется при испытании для спуска и подъема груза?
A	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 10 %
B	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 2 %
C	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 6 %
D	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 1 %
E	Не выдержавших испытаний на разрыв и изгиб – 8 %
29.	Каким прибором проводится осмотр каната?
A	Измеритель износа ИИСК-1
B	Динамометр М-18
C	Разрывная машина РМ-20
D	Пресс П-50
E	Манометр М-63
30.	В каком подъемном сосуде груз транспортируется в вагонетках
A	Клеть
B	Скип
C	Бадья
D	Перегружатель
E	Ковш
31.	В скипах в каком виде транспортируется груз?
A	Рассыпной
B	В вагонетках
C	Кусковый
D	Блочный
E	В емкостях
32.	Бадьевой подъем применяется в каких предприятиях
A	Геологоразведочных шахтах
B	Рудных шахтах
C	Угольных шахтах
D	Карьерах
E	Строительных шахтах
33.	Подъемный канат с помощью какого устройства соединяется с подъемным сосудом?
A	Прицепного
B	Разгрузочного
C	Загрузочного
D	Клином
E	Зубьями

34.	Парашютного устройство используют для каких целей?
A	Для улавливания клетей
B	Для соединения клетей
C	Для уравнивания
D	Для захвата каната
E	Для торможения редуктора
35.	Парашют типа ПДП предназначен для каких проводников
A	Деревянных
B	Металлических
C	Канатных
D	Рельсовых
E	Швеллерных
36.	Для металлических проводников применяются какой тип парашюта?
A	РКЭ
B	ПДП
C	ПТК
D	ПТП
E	ПРТ
37.	Угол опрокидывания клетей?
A	135-140 ⁰
B	150 ⁰
C	100 ⁰
D	80 ⁰
E	45 ⁰
38.	Определите марку каната с точечным касанием проволок?
A	ТК
B	ТКЛ
C	ТЧК
D	ЛК
E	ТЛК
39.	Определите марку каната с линейным касанием проволок?
A	ЛК
B	ТКЛ
C	ТЧК
D	ТК
E	ТЛК
40.	Определите марку каната с точечно-линейным касанием проволок?
A	ТЛК
B	ТК
C	ЛК
D	ТЧК
E	КЛ
41.	Какие канаты изготавливается без сердечника?
A	Одинарные свивки
B	Фасонные свивки
C	Двойной свивки
D	Плоский канат
E	Тройной свивки
42.	Для грузо-людских подъемов из какой марки проволока изготавливаются канат?
A	B – марки

В	I – марки
С	II – марки
D	С пониженной вязкости
Е	III – марки
43.	Разгрузка каких сосудов на верхней приемной площадке производится без выталкивания вагонеток?
А	Опрокидных клетей
В	Неопркидных клетей
С	Опрокидных скипах
D	Неопркидных скипах
Е	Бадьях
44.	В каких целях используются посадочные кулачки?
А	Для посадки вагонеток на клетки
В	Для посадки вагонеток на скипы
С	Для посадки вагонеток на бадьи
D	Для посадки людей на клетки
Е	Для посадки вагонеток на скипы
45.	Каких подъемных установках применяются приемные площадки?
А	При клетевом подъеме
В	При скиповом подъеме
С	При бадьяном подъеме
D	При опрокидных скипах
Е	При неопркидных скипах
46.	Разгрузка каких сосудов производится с вагонеткой?
А	Опрокидных клетей
В	Неопркидных клетей
С	Опрокидных скипах
D	Неопркидных скипах
Е	Бадьях
47.	При каких подъемных сосудов используется вагоноопрокидыватель?
А	Скип, бадья
В	Скип, клеть
С	Клеть, бадья
D	Клеть
Е	Емкость
48.	При каком угле наклона ствола применяются подъемные установки?
А	Свыше 25°
В	До 25°
С	До 18°
D	Горизонтальных
Е	До 10°
49.	С каким транспортом груз транспортируется на стволах с углом наклона до 25°?
А	Вагонетками
В	Ленточными конвейерами
С	Подъемными установками
D	Скребковыми конвейерами
Е	Автотранспортом
50.	При каком глубине подъема применяются хвостовые канаты?
А	Более 600 м
В	До 300 м

С	До 50 м
D	До 200 м
Е	до 400 м
51.	С какой целью принимаются хвостовые канаты?
А	Для уравнивания
В	Для подъема груза
С	Для сцепки клетки
D	Для сцепки скипа
Е	Для сцепки вагонеток
52.	Какими барабанами снабжаются подъемные машины постоянного радиуса?
А	Цилиндрические барабаны
В	Конические барабаны
С	Бицилиндрические барабаны
D	Шкивами
Е	Отклоняющими барабанами
53.	По ПБ какой диаметр должен быть у каната ведущего шкива?
А	Не менее 120 диаметров каната
В	До 120 диаметров каната
С	Не менее 20 диаметров каната
D	Не более 100 диаметров каната
Е	Не менее 100 диаметров каната
54.	При каком глубине подъема не применяются канаты уравнивания?
А	До 600 м
В	Более 600 м
С	700 м
D	До 1000 м
Е	Более 800 м
55.	Какие основные параметры для выбора подъемной установки в шахтах?
А	Производительность шахты и ее глубина
В	Диаметр ствола
С	глубина карьера
D	Производительность карьера
Е	Емкость вагонетки
56.	Клетки предназначены для подъема груза
А	В вагонетках
В	В насыпном виде
С	Кусками
D	В емкостях
Е	В сосудах
57.	Парашюты не принимаются.....
А	При многоканатном подъеме
В	При одноканатном подъеме
С	При грузоподъемном подъеме
D	При клетевом подъеме
Е	Для подъема людей
58.	Какие сосуды принимаются для подъема насыпных грузов?
А	Скипы, бадьи
В	Клетки
С	Клетки, скипы
D	Бадьи, клетки

Е	Емкости
59.	Какие сосуды принимаются для проходки и углубки ствола?
А	Бадьи
В	Клетки
С	Скипы
Д	Вагонетки
Е	Емкости
60.	Какие сосуды может быть двух этажным?
А	Неопрокидываемые клетки
В	Скипы
С	Опрокидываемые клетки
Д	Неопрокидываемые скипы
Е	Бадьи
61.	Сколько этажей имеет опрокидываемые клетки?
А	Один
В	Два
С	Многоэтажные
Д	Три
Е	Пять
62.	Сколько вагонеток транспортируется при опрокидываемых клетях?
А	Один
В	Два
С	Более двух
Д	Насыпной груз
Е	Людей
63.	Из какого материала изготавливаются подъемные канаты?
А	Из стали
В	Из меди
С	Из алюминия
Д	Из нити
Е	Из проволок
64.	Диаметр проволок изготавливаемых из стали?
А	0,5 – 4 мм
В	До 0,5 мм
С	8 мм
Д	10 мм
Е	0,2 мм
65.	Пряди – это....
А	Канат одинарной свивки
В	Пряди двойной свивки
С	Канат двойной свивки
Д	Тройной свивки
Е	Без сердечника
66.	Стренг – это...
А	Пряди двойной свивки
В	Канат одинарной свивки
С	Проволок
Д	Тройной свивки
Е	Без сердечника
67.	Область применения подъемных машин с двумя цилиндрическими барабанами

A	На двух сосудных подъемных установках при работе с нескольких горизонтов
B	На одноклетевых подъемных установках
C	На односкиповых подъемных установках
D	На двух сосудных подъемных установках при работе с одного горизонта
E	С большой грузоподъемности сосудов
68.	Область применения подъемных машин с одним цельном барабаном
A	На одноклетевых и односкиповых подъемных установках с противовесом
B	На двух сосудных подъемных установках при работе с нескольких горизонтов
C	На односкиповых подъемных установках без противовеса
D	На двух сосудных подъемных установках при работе с одного горизонта
E	С большой грузоподъемности сосудов
69.	Область применения подъемных машин с одним резервным барабаном
A	На двух сосудных подъемных установках при работе с одного горизонта
B	На двух сосудных подъемных установках при работе с нескольких горизонтов
C	На односкиповых подъемных установках без противовеса
D	На одноклетевых и односкиповых подъемных установках с противовесом
E	С большой грузоподъемности сосудов
70.	Область применения подъемных машин с одним бицилиндрическим барабаном
A	На глубоких шахтах с большой грузоподъемности сосудов
B	На двух сосудных подъемных установках при работе с нескольких горизонтов
C	На односкиповых подъемных установках без противовеса
D	На одноклетевых и односкиповых подъемных установках с противовесом
E	На двух сосудных подъемных установках при работе с одного горизонта
71.	Какие подъемные сосуды не снабжаются устройствами для размещения вагонеток?
A	Сосуды для подъема людей
B	Сосуды для подъема вагонеток
C	Грузовые клетки
D	Неопрокидные клетки для подъема груза
E	Двух этажные клетки
72.	На каких сосудах выполняются спуск и подъем людей
A	Неопрокидных клетях
B	Неопрокидных скипах
C	Опрокидных клетях
D	Опрокидных скипах
E	Бадьях
73.	Бадьи применяются...
A	для проходки и углубки шахты
B	для подъема оборудования
C	для подъема людей
D	для подъема транспорта
E	для ревизии ствола
74.	Подъемные машины отличается друг от друга в основном конструкции....
A	Органами навивки
B	Клетями
C	Парашютами
D	Скипами
E	Бадьями
75.	Для канатов повторное испытание проводится....
A	Через каждый 6 месяцев
B	Ежесуточно

С	Ежесменно
D	Через неделю
Е	Через месяц
76.	Какая длина каната должен быть использован для испытаний?
A	Не менее 1,5 м
B	До 1 м
С	До 1,5 м
D	Не менее 0,5 м
Е	Не менее 10 м
77.	Для исключительно грузовых подъемов первое повторное испытание допускается....
A	Через 12 месяцев
B	Через 6 месяцев
С	Ежесуточно
D	Ежесменно
Е	Через неделю
78.	Канат признаётся непригодным и заменяется для людских подъемов – если...
A	Повторном испытании запас прочности ниже 7 – кратного
B	Повторном испытании запас прочности ниже 6 – кратного
С	Повторном испытании запас прочности ниже 5 – кратного
D	Повторном испытании запас прочности ниже 4 – кратного
Е	Повторном испытании запас прочности ниже 1 – кратного
79.	Канат признаётся непригодным и заменяется для грузоподъемных подъемов – если...
A	Повторном испытании запас прочности ниже 6 – кратного
B	Повторном испытании запас прочности ниже 4 – кратного
С	Повторном испытании запас прочности ниже 5 – кратного
D	Повторном испытании запас прочности ниже 7 – кратного
Е	Повторном испытании запас прочности ниже 1 – кратного
80.	Канат признаётся непригодным и заменяется для грузовых подъемов – если...
A	Повторном испытании запас прочности ниже 5 – кратного
B	Повторном испытании запас прочности ниже 4 – кратного
С	Повторном испытании запас прочности ниже 1 – кратного
D	Повторном испытании запас прочности ниже 7 – кратного
Е	Повторном испытании запас прочности ниже 6 – кратного
81.	Какой предельный срок службы канатов в подъемных установках со шкивами трения?
A	2 года
B	6 лет
С	Не более 4 лет
D	3 года
Е	1 год
82.	Какой предельный срок службы хвостовых канатов в подъемных установках?
A	Не более 4 лет
B	6 лет
С	2 года
D	3 года
Е	1 год
83.	Какой предельный срок службы тормозных канатов парашютов ПТК в подъемных установках?
A	Не более 4 лет
B	3 года

С	2 года
D	6 лет
Е	1 год
84.	В какой промежуток времени смазывается работающих канатов?
А	Один раз в неделю
В	Через каждый 6 месяцев
С	Ежесуточно
D	Ежесменно
Е	Через месяц
85.	Какой смазкой смазывается канат?
А	Смесь смолы, сала и графит
В	Солидоллом
С	Литолом
D	Жидкой смазкой
Е	Густой смазкой
86.	Высота подъема в клетях определяется по формуле
А	$H = H_{Ш} + h_{n.n.}$
В	$H = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
С	$H = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
D	$H = H_{Ш} + h_{заг.}$
Е	$H = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
87.	Высота подъема в скипах определяется по формуле
А	$H = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
В	$H = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
С	$H = H_{Ш} + h_{n.n.}$
D	$H = H_{Ш} + h_{заг.}$
Е	$H = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
88.	Максимальная длина отвеса каната для клетевого подъема определяется по формуле
А	$H_o = H_{Ш} + h_k$
В	$H_o = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
С	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
D	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_k$
Е	$H_o = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
89.	Максимальная длина отвеса каната для скипового подъема определяется по формуле
А	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_k$
В	$H_o = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
С	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
D	$H_o = H_{Ш} + h_k$
Е	$H_o = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
90.	Какая навивка каната на барабанах допускается для спуска и подъема людей по наклонным выработкам при угле наклона до 30° и длине каната свыше 600 м?
А	Трехслойная
В	Однослойная
С	Двухслойная

D	Проволок
E	Прядь
91.	Какая навивка каната на барабане допускается по ПБ на проходческих подъемных машинах при глубине ствола свыше 400 м?
A	Трехслойная
B	Прядь
C	Двухслойная
D	Проволок
E	Однослойная
92.	Какая навивка каната на барабане допускается для спуска и подъема людей по наклонным выработкам при угле наклона до 45°?
A	Двухслойная
B	Однослойная
C	Проволок
D	Трехслойная
E	Прядь
93.	Какие подъемные установки предназначены для подъема полезного ископаемого по назначению?
A	Главные
B	Грузолюдские
C	Инспекторские
D	Проходческие
E	Грузовые
94.	Какие подъемные установки предназначены для спуска и подъема людей, транспорта, оборудования по назначению?
A	Грузолюдские
B	Инспекторские
C	Проходческие
D	Грузовые
E	Главные
95.	Какие подъемные установки предназначены для внеочередных поездок в шахту ИТР, ревизии ствола по назначению?
A	Инспекторские
B	Проходческие
C	Грузовые
D	Главные
E	Грузолюдские
96.	Какие подъемные установки предназначены для проходки и углубки стволов по назначению?
A	Проходческие
B	Грузовые
C	Главные
D	Грузолюдские
E	Инспекторские
97.	Какие подъемные установки предназначены для породный скиповой подъем на угольных шахтах по назначению?
A	Вспомогательные – грузовые
B	Проходческие
C	Грузовые
D	Главные
E	Грузолюдские

98.	Длина струны каната по ПБ не должна быть более
A	50 м
B	10 м
C	100 м
D	120 м
E	1 м
99.	Угол наклона струны каната к горизонту должна быть в пределах
A	30° - 50°
B	До 30°
C	Более 100°
D	10° - 20°
E	20° - 30°
100.	Запас прочности каната для грузоподъемного подъема должна быть не менее
A	7
B	5
C	1
D	6
E	4

«Юк кутариш курулмалари» фанидан тест саволлари.

1.	Юк кутариш машиналари қайси курсаткичлари бўйича турларга бўлинмайди
A	Кучланиш бўйича
B	Кулланилиши бўйича
C	Юк кутариш идишларининг тури бўйича
D	Канат урамларининг тузилиш турлари бўйича
E	Юк кутариш системаларидаги тенглаштиргичларнинг жойлашган урни бўйича
2.	Юк кутариш машиналарининг асосий таркибий қисмлари қайсилар
A	Канат урамларининг тузилиши, юритма, бошқариш қурилмаси, ва химоя
B	Туқиш камераси
C	Меъёрлаш тамбаси (Затвор дозатора)
D	Юклаш бункери
E	Вагон
3.	Юк кутариш идишларининг турлари
A	Клеть, скип, бадья
B	Клеть, ёмкость
C	Скип, тамба (затвор)
D	Скип, клеть, тамба
E	Бадья, скип, ёмкость
4.	Юк кутариш қурилмалари асосан кулланилади
A	Фойдали казилмаларни кутариш учун
B	Одамларни кутариш ва тушириш учун
C	Транспорт воситаларини кутариш ва тушириш учун
D	Шахтани ИТР тухтовсиз текшириши учун
E	Қурилмаларни кутариш учун
5.	Юкли-одамли кутариш қурилмаси кулланилади
A	Одамларни, транспорт воситалари ва қурилмаларни кутариш-тушириш учун
B	Фойдали казилмаларни кутариш учун
C	Лахмларни утиш ва чуқурлаштириш учун
D	Лахмларни текшириш учун
E	Қумир шахтасида жинсли скипларни кутариш учун
6.	Назорат қилувчи юк кутариш қурилмалари кулланилади
A	Шахтани ИТР тухтовсиз текшириши учун, лахмларни текшириш учун
B	Транспорт воситаларини кутариш-тушириш учун
C	Қурилмаларни кутариш учун
D	Фойдали казилмаларни кутариш учун
E	Лахмларни утиш ва чуқурлаштириш учун
7.	Утишдаги кутариш қурилмалари кулланилади
A	Лахмларни утиш ва чуқурлаштириш учун
B	Шахтани ИТР тухтовсиз текшириши учун
C	Фойдали казилмаларни кутариш учун
D	Лахмларни текшириш учун
E	Қурилмаларни кутариш учун
8.	Ёрдамчи-юкли кутариш қурилмалари кулланилади
A	Қумир шахтасида юкли скипларни кутариш учун
B	Лахмларни текшириш учун
C	Шахтани ИТР тухтовсиз текшириши учун
D	Қурилмаларни кутариш учун
E	Лахмларни утиш ва чуқурлаштириш учун

9.	Скипли кутариш идишлари кулланилади
A	Факат фойдали казилмаларни кутариш учун
B	Курилмаларни кутариш учун
C	Лахмларни текшириш учун
D	Одамларни кутариш учун
E	Транспорт воситаларини кутариш учун
10.	Клетнинг юк кутариши канчани ташкил этади
A	1÷10 т гача
B	1 т гача
C	12 т
D	10 т дан юкори
E	20 т
11.	Клетда нима учун тухтатадиган (стопорные) курилма кулланилади
A	Вагонеткани ушлаш учун
B	Юкларни ушлаш учун
C	Рудаларни ушлаш учун
D	Юритма учун
E	Инструментларни ушлаш учун
12.	2КШ-1 маркали узи тукмайдиган клетда 1 сони нимани билдиради
A	Каватни (Этаж)
B	Улчамни
C	Юк кутаришини
D	Клетнинг узунлигини
E	Клетнинг энини
13.	Узи тукадиган клетнинг максимал тукиш баландлиги
A	12-17 м
B	3 м
C	10 м
D	7 м
E	1 м
14.	Узи тукадиган клетнинг кумир саноати ГОСТи учун юк кутариш кобилияти канча
A	Вагонетканинг юк кутариши 1,2 ва 3 т.
B	Вагонетканинг юк кутариши 5 т.
C	Вагонетканинг юк кутариши 10 т.
D	Вагонетканинг юк кутариши 5÷10 т.
E	Вагонетканинг юк кутариши 3÷5 т.
15.	ВШ – 1 маркали вагонетканинг хажми
A	1,1 м ³
B	2,2 м ³
C	3,3 м ³
D	5 м ³
E	10 м ³
16.	Узи тукадиган клетлар кандай шахталарда кулланилади
A	Чукур булмаган шахталарда
B	Чукур шахталарда
C	Иш кобилияти юкори булган шахталарда
D	Чукур хамда иш кобилияти юкори булган шахталарда
E	Иш кобилияти уртача булган шахталарда
17.	Узи тукадиган скиплар кулланилади
A	Фойдали казилмаларни кутариш учун

B	Курилмаларни кутариш учун
C	Одамларни кутариш учун
D	Транспорт воситаларини кутариш учун
E	Лахмларни текшириш учун
18.	Узи тукадиган скипларнинг тукиш бурчаги
A	135 ⁰
B	100 ⁰
C	45 ⁰
D	90 ⁰
E	110 ⁰
19.	Скипнинг юк кутариши 20-25т булганда, шу бункердаги рудаларнинг хажми кандай булади
A	60-260 м ³
B	30-60 м ³
C	50 м ³
D	30 м ³
E	300 м ³
20.	Юклаш курилмаси кулланилади
A	Скипга рудаларни юклаш учун
B	Узи тукмайдиган клетга рудаларни юклаш учун
C	Узи тукадиган клетга рудаларни юклаш учун
D	Транспорт воситаларини клетга юклаш учун
E	Курилмаларни скипга юклаш учун
21.	Юклаш курилмаси нимадан ташкил топган
A	Ер ости бункери ва дазотордан
B	Вагонеткадан
C	Таъминлагичдан
D	Клетдан
E	Скипдан
22.	Кандай холатда пастки осма канатлар алмаштирилади?
A	Узилган сим урамларининг микдори 10% булганда
B	Узилган сим урамларининг микдори 2% булганда
C	Узилган сим урамларининг микдори 5% булганда
D	Узилган сим урамларининг микдори 7% булганда
E	Узилган сим урамларининг микдори 15% булганда
23.	Канатларнинг кандай холати «канатларни текшириш китоби»да белгиланади ва суткалик пухта кузатувга жалб килинади?
A	Узилган сим урамларининг микдори 2% булганда
B	Узилган сим урамларининг микдори 10% булганда
C	Узилган сим урамларининг микдори 5% булганда
D	Узилган сим урамларининг микдори 7% булганда
E	Узилган сим урамларининг микдори 15% булганда
24.	Асосий осма канатларни кайси холатида алмаштирилади?
A	Узилган сим урамларининг микдори 5% булганда
B	Узилган сим урамларининг микдори 10% булганда
C	Узилган сим урамларининг микдори 2% булганда
D	Узилган сим урамларининг микдори 3% булганда
E	Узилган сим урамларининг микдори 7% булганда
25.	Канатнинг кандай тезлигида канатограмма руйхати амалга оширилади?
A	Канатни тортишиш тезлиги 2 м/сек.

В	Канатни тортишиш тезлиги 10 м/сек.
С	Канатни тортишиш тезлиги 5 м/сек.
D	Канатни тортишиш тезлиги 0,3 м/сек.
Е	Канатни тортишиш тезлиги 3,5 м/сек.
26.	Кандай тезликда суткалик канат текшируви амлга оширилади?
A	0,3 м/сек дан ошмаган тезликда
В	2 м/сек дан юкори тезликда
С	0,5 м/сек дан юкори тезликда
D	10 м/сек тезликда
Е	5 м/сек тезликда
27.	Одамларни тушириш ва кутаришда кандай канат ярроксиз хиссобрланади?
A	6 % сим майдонининг эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
В	10 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
С	15 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
D	7 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
Е	12 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
28.	Юкни тушириш ва кутариш синовига кандай канат ярроксиз (бракуются) булади?
A	10 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
В	2 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
С	6 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
D	1 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
Е	8 % эгилиш ва узилиш синовига бардош бермаганда
29.	Канат текшируви кандай асбоб билан утказилади?
A	Еланганликни улчаш асбоби, ИИСК-1 билан
В	Динамометр М-18 билан
С	Узвчи машинаси РМ-20 билан
D	Пресс П-50 билан
Е	Манометр М-63 билан
30.	Кайси кутариш идишида юк вагонеткаларда ташилади?
A	Клеть
В	Скип
С	Бадья
D	Кайта юклагич
Е	Чумич
31.	Скинда юк кандай куринишда ташилади?
A	Уваланган холда
В	Вагонеткада
С	Булаклаб
D	Блоклаб
Е	Ёмкостда
32.	Бадяли кутариш кандай корхоналарда кулланилади?
A	Геология кидирув шахталарида
В	Рудали шахталарда
С	Кумир шахталарида
D	Карьерларда
Е	Курилиш шахталарида
33.	Кутариш канати кандай курилма ёрдамида кутариш идиши билан уланади?
A	Прицепли
В	Юклагичли
С	Туширгичли

D	Клинли
E	Тишли
34.	Парашютли курилма кандай максатда фойдаланилади?
A	Клетларни ушлаб қолиш учун
B	Клетларни бириктириш учун
C	Тенглаштириш учун
D	Канатни ушлаб қолиш учун
E	Редукторни тухтатиш учун
35.	ПДП маркали парашют турида кандай симлар (проводников) қулланилади
A	Ёғочли
B	Металли
C	Канатли
D	Релесли
E	Дулаврли
36.	Кандай тип парашютларда металл симлар (проводников) қулланилади?
A	РКЭ
B	ПДП
C	ПТК
D	ПТП
E	ПРТ
37.	Узи туқадиган клетнинг бурчаги?
A	135-140°
B	150°
C	100°
D	80°
E	45°
38.	Бир нуқтага тегадиган симли (проводников) канатлар кандай маркаланади?
A	ТК
B	ТКЛ
C	ТЧК
D	ЛК
E	ТЛК
39.	Чизик бўйича тегадиган симли (проводников) канатлар кандай маркаланади?
A	ЛК
B	ТКЛ
C	ТЧК
D	ТК
E	ТЛК
40.	Нуқтали ҳамда чизик бўйича тегадиган симли (проводников) канатнинг маркасини аниқланг?
A	ТЛК
B	ТК
C	ЛК
D	ТЧК
E	КЛ
41.	Кандай канатлар узаксиз (без сердечника) тайёрланади?
A	Бир урамли
B	Шаклдор урамли
C	Икки урамли
D	Текис (силлик) канатлар

Е	Уч урамли
42.	Юкли-одамли кутариш курилмалари кандай маркали симлардан (проволока) гайёрланади?
А	В – маркали
В	І – маркали
С	ІІ – маркали
Д	Паст ковушкокклили
Е	ІІІ – маркали
43.	Кандай идишларга юкларда юкори майдонда туширгичсиз вагонеткалар кулланилади?
А	Узи тукадиган клетлар
В	Узи тукмайдиган клетлар
С	Узи тукадиган скиплар
Д	Узи тукмайдиган скипла
Е	Бадялар
44.	Куниш таёги (посадочные кулачки) кандай максатда кулланилади?
А	Клетдаги вагонеткани
В	Скипдаги вагонеткани кундириш
С	Бадядаги вагонеткани кундириш учун
Д	Скипдаги одамларни кундириш учун
Е	Скипдаги вагонеткани кундириш учун
45.	Кайси кутариш мосламаларида кабул кулиш майдонлари кулланилади?
А	Клетли кутариш
В	Бадяли кутаришда
С	Узи тукадиган скипли кутаришда
Д	Скипли кутаришда
Е	Узи тукмайдиган скипли кутаришда
46.	Кайси идишларда тукиш вагонетка билан амалга оширилади?
А	Узи тукадиган клетда
В	Узи тукмайдиган скипда
С	Узи тукадиган скипда
Д	Узи тукмайдиган клетда
Е	Бадьяда
47.	Кайси кутариш идишларида тукиш камераси кулланилади?
А	Скип, бадья
В	Скип, клеть
С	Клеть, бадья
Д	Клеть
Е	Емкость
48.	Лахмлар кандай бурчакда булганда кутариш курилмалари кулланилади?
А	25 ⁰ дан юкори
В	25 ⁰ гача
С	18 ⁰ гача
Д	Горизонтални
Е	10 ⁰ гача
49.	Лахмнинг киялиги 25⁰ гача булганда юк кайси транспорт билан юкланади?
А	Вагонетка билан
В	Лентали канвейр билан
С	Кутариш курилмаси билан
Д	Скреперли канвейр билан

E	Автотранспортлар билан
50.	Кандай чуқурликда хвостли кантлар кулланилади?
A	600 м дан юкори
B	300 м гача
C	50 м гача
D	200 м гача
E	400 м гача
51.	Хвостли канатлар кандай мақсадда кулланилади?
A	Тенглаштириш учун
B	Юкни кутариш учун
C	Клетни кутариш учун
D	Скипни кутариш учун
E	Вагонеткани кутариш учун
52.	Доимий радиусли кутариш қурилмалари кандай барабанлар билан жихозланади?
A	Цилиндрли барабан билан
B	Коничли барабан билан
C	Бицилиндрлик барабан билан
D	Шкив билан
E	Узатувчи барабан билан
53.	Канатни юргизувчи шкивнинг хавфсизлик коидаси бўйича диаметри канча булиши керак?
A	120 канат диаметридан кам булмаслиги керак
B	120 канат диаметригача булиши керак
C	20 канат диаметридан кам булмаслиги керак
D	100 канат диаметридан ошмаслиги керак
E	100 канат диаметридан кам булмаслиги керак
54.	Кандай чуқурликдаги кутарилишда мувозанатловчи канатлар ишлатилмайди?
A	600 м гача
B	600 м дан юкори
C	700 м
D	1000 м гача
E	800 м дан юкори
55.	Шахталарда кутариш қурилмаларини танлаш учун кандай асосий параметр мавжуд?
A	Шахтанинг иш қобилияти ва унинг чуқурлиги
B	Лахмнинг диаметри
C	Карьернинг чуқурлиги
D	Карьернинг ишлаш қобилияти
E	Вагонетканинг ҳажми
56.	Юкни кутаришда клетлар тавсия этилади
A	Вагонеткада
B	Сочма қуринишда
C	Булаклар
D	Ўмкостда
E	Идишда
57.	Парашютлар кулланилмайди
A	Қуқ канатли кутаришда
B	Бир канатли кутаришда
C	Одамли-юкли кутаришда
D	Клетли кутаришда

Е	Одамларни кутаришда
58.	Сочма юкларни кутариш учун қандай идишлар қулланилади?
А	Скип, бадялар
В	Клетлар
С	Клетлар, скиплар
Д	Бадялар, клетлар
Е	Емкостлар
59.	Лахмларни чуқурлаштиришда ва ундан фойдали қазилмаларни утказишда қандай идишлар қулланилади?
А	Бадялар
В	Клетлар
С	Скиплар
Д	Вагонеткалар
Е	Емкостлар
60.	Қандай идишлар икки қаватли бўлиши мумкин?
А	Узи тукмайдиган клетлар
В	Скиплир
С	Узи тукадиган клетлар
Д	Узи тукмайдиган скиплар
Е	Бадялар
61.	Узи тукадиган клетлар неча қаватдан иборат бўлади?
А	Бир
В	Икки
С	Қуп қаватли
Д	Уч
Е	Беш
62.	Узи тукадиган клетларда неча вагонетка юкланади?
А	Битта
В	Иккита
С	Иккитадан қуп
Д	Учта
Е	Туртта
63.	Қутариш қанатлари қандай материалдан тайёрланади?
А	Пулатдан
В	Мисдан
С	Алюминийдан
Д	Ипдан
Е	Симдан
64.	Пулатдан тайёрланадиган симларнинг диаметри?
А	0,5 – 4 мм
В	0,5 мм гача
С	8 мм
Д	10 мм
Е	0,2 мм
65.	Арқонлар – бу
А	Бир урамли қанат
В	Икки урамли арқон
С	Икки урамли қанат
Д	Уч урамли қанат
Е	Узаксиз қанат

66.	Стренг – бу
A	Икки урамли аркон
B	Бир урамли канат
C	Сим
D	Уч урамли
E	Узаксиз
67.	Икки цилиндрлик барабанли кутариш машиналарини ишлатилиш урни
A	Бир неча горизонт билан ишлашда икки идишли кутариш курилмаларида
B	Бир клетли кутариш курилмасида
C	Бир скипли кутариш курилмасида
D	Бир горизонтда икки идишли кутариш курилмасида
E	Идишларнинг катта хажмдаги юк кутаришида
68.	Яхлит барабанли кутариш машиналарининг кулланилиш чегараси
A	Посангили (противавесли) бир клетли ва бир скипли кутариш курилмаларида
B	Бир неча горизонт билан ишлаганда икки идишли кутариш курилмаларида
C	Посангисиз бир скипли кутариш курилмаларида
D	Бир горизонт билан ишлашда икки идишли кутариш курилмаларида
E	Идишларнинг катта юк кутарувчанлиги билан
69.	Бир резервлик барабанли кутариш машиналарининг кулланилиш чегараси
A	Бир горизонтли ишлаганда икки идишли кутариш курилмаларида
B	Бир неча горизонт ишида икки идишли кутарув курилмаларида
C	Посангисиз бир скипли кутариш курилмаларида
D	Посангили бир клетли ва бир скипли кутариш курилмаларида
E	Идишларнинг катта юк кутарувчанлиги билан
70.	Бир цилиндрлик барабанли кутариш машиналарининг ишлатилиш чегараси
A	Катта юк кутариш идишли чукур шахталарда
B	Бир неча горизонт ишида икки идишли кутариш курилмаларида
C	Посангисиз бир скипли кутариш курилмаларида
D	Посангили бир скипли кутариш курилмаларида
E	Бир горизонт билан ишлашда икки идишли кутариш курилмаларида
71.	Вагонеткаларни жойлаштириш учун қандай кутариш идишлари курилмалар билан жихозланмайди?
A	Идишда одамларни кутариш учун
B	Идишда вагонеткаларни кутаришда
C	Юкли клетларда
D	Узи тукмайдиган клетда одамларни кутаришда
E	Икки қаватли клетда
72.	Одамларни тушириш ва кутариш қандай идишларда бажарилади
A	Узи тукмайдиган клетда
B	Узи тукмайдиган скипда
C	Узи тукадиган клетда
D	Узи тукадиган скипда
E	Бадьяда
73.	Бадьялар ишлатилади
A	Шахталарни утиш ва чуқурлаштириш учун
B	Курилмаларни кутариш учун
C	Одамларни кутариш учун
D	Транспорт воситаларини кутариш учун
E	Лахмларни текшириш учун
74.	Кутариш машиналари бир-биридан асосий конструкциялари билан

	фаркланади?
A	Органами навивки
B	Клетлари
C	Парашютлари
D	Скиплари
E	Бадьялари
75.	Канатлар учун такрорий синовлар утказилади
A	Хар 6 ойда
B	Хар суткада
C	Хар семенада
D	Бир хавфтадан кейин
E	Бир ойдан кейин
76.	Синов учун кандай узунликдаги канат кулланилади?
A	1,5 м дан кам булмаган
B	1 м гача
C	1,5 м гача
D	0,5 м дан кам булмаган
E	10 м кам булмаган
77.	Баъзи холларда (исключительно) юкни кутариш учун биринчи кайта синов рухсат этилади
A	12 ойдан кейин
B	6 ойдан кейин
C	Хар суткада
D	Хар сменада
E	Бир хавфтадан кейин
78.	Канат яроксиз деб тан олинади ва одамларни кутариш билан алмаштирилади, агар
A	Мустахкамлик захираси 7 каррадан кам булмаган кайта синовда
B	Мустахкамлик захираси 6 каррадан кам булмаган кайта синовда
C	Мустахкамлик захираси 5 каррадан кам булмаган кайта синовда
D	Мустахкамлик захираси 4 каррадан кам булмаган кайта синовда
E	Мустахкамлик захираси 1 каррадан кам булмаган кайта синовда
79.	Канат яроксиз деб тан олинади ва юкли-одамли кутариш билан алмаштирилади, агар
A	Мустахкамлик захираси 6 каррадан кам булмаган кайта синовда
B	Мустахкамлик захираси 4 каррадан кам булмаган кайта синовда
C	Мустахкамлик захираси 5 каррадан кам булмаган кайта синовда
D	Мустахкамлик захираси 7 каррадан кам булмаган кайта синовда
E	Мустахкамлик захираси 1 каррадан кам булмаган кайта синовда
80.	Канат яроксиз деб тан олинади ва юк кутаришлар билан алмаштирилади, агар
A	Мустахкамлик захираси 5 каррадан кам булмаган кайта синовда
B	Мустахкамлик захираси 4 каррадан кам булмаган кайта синовда
C	Мустахкамлик захираси 1 каррадан кам булмаган кайта синовда
D	Мустахкамлик захираси 7 каррадан кам булмаган кайта синовда
E	Мустахкамлик захираси 6 каррадан кам булмаган кайта синовда
81.	Ишкालаниш шкивли кутариш қурилмаларида канатлар хизматининг чегаравий муддати кандай?
A	2 йил
B	6 йил
C	4 йилдан куп эмас

D	3 йил
E	1 йил
82.	Кутариш курилмаларида думли канатлар хизматининг чегаравий муддати қандай?
A	4 йилдан қуп эмас
B	6 йил
C	2 йил
D	3 йил
E	1 йил
83.	Кутариш курилмаларидаги ПТК парашютлари тормизли канатлари хизматининг чегаравий муддати?
A	4 йилдан қуп эмас
B	6 йил
C	2 йил
D	3 йил
E	1 йил
84.	Қайси вақт оралигида ишчи канатлар ёғланади?
A	Ҳафтада бир марта
B	Ҳар 6 ойдан кейин
C	Ҳар суткада
D	Ҳар сменада
E	Бир ойдан кейин
85.	Канат қандай моддалар билан ёғланади?
A	Смол аралашмаси, сала ва графит билан
B	Солидол билан
C	Литол билан
D	Субк ёғлар билан
E	Куюк ёғлар билан
86.	Клетларнинг кутариш баландлиги қайси формула бўйича аниқланади
A	$H = H_{Ш} + h_{n.n.}$
B	$H = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
C	$H = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
D	$H = H_{Ш} + h_{заг.}$
E	$H = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
87.	Скипларнинг кутариш баландлиги қайси формула ёрдамида топилади
A	$H = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
B	$H = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
C	$H = H_{Ш} + h_{n.n.}$
D	$H = H_{Ш} + h_{заг.}$
E	$H = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
88.	Клетли кутариш учун канатнинг максимал узунлиги қайси формуладан аниқланади
A	$H_o = H_{Ш} + h_k$
B	$H_o = H_{Ш} + h_{n.n.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
C	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$
D	$H_o = H_{Ш} + h_{заг.} + h_k$
E	$H_o = h_{заг.} + h_{n.б.} + h_{n.p.}$

89.	Скипли кутариш учун ишлатиладиган канатнинг максимал узунлиги қайси формула билан аниқланади
A	$H_o = H_{ш} + h_{заг.} + h_k$
B	$H_o = H_{ш} + h_{н.л.} + h_{н.б.} + h_{н.р.}$
C	$H_o = H_{ш} + h_{заг.} + h_{н.б.} + h_{н.р.}$
D	$H_o = H_{ш} + h_k$
E	$H_o = h_{заг.} + h_{н.б.} + h_{н.р.}$
90.	Канат узунлиги 600 м дан юкори булганда ва бурчак қиялиги 30° гача булганда қияли қовланаётган жой буйича одамларни тушириш ва кутариш учун барадандаги канатнинг қандай урамаси рухсат этилади?
A	Уч қатламли
B	Бир қатламли
C	Икки қатламли
D	Симли
E	Арқонли
91.	Лахм чуқурлиги 400 м дан чуқур булганда утувчи кутариш машиналарининг хавфсизлик қоидаcига асосан барабандаги канатларнинг қайси урами рухсат этилади?
A	Уч қатламли
B	Бир қатламли
C	Икки қатламли
D	Симли
E	Арқонли
92.	Бурчавк қиялиги 45° гача булганда оджамларни тушириш ва кутаришда барабандаги канатнинг қайси урами рухсат этилади?
A	Икки қатламли
B	Бир қатламли
C	Симли
D	Уч қатламли
E	Арқонли
93.	Белгиланишига қараб фойдали қазилмаларни кутариш учун қандай кутариш қурилмалари тайинланган?
A	Асосий
B	Юкли-одамли
C	Инспекторли
D	Утувчи
E	Юкли
94.	Тайинланганлигига қараб одамларни, транспортни воситаларини, мосламаларни кутариш ва тушириш учун қандай кутариш қурилмалари белгиланган?
A	Юкли-одамли
B	Инспекторли
C	Утувчи
D	Юкли
E	Асосий
95.	Белгиланганлигига асосан лахмни текшириш ИТР шахтасига бориш учун қандай кутариш қурилмалари белгиланган?
A	Инспекторли
B	Утувчи
C	Юкли

D	Юкли-одамли
E	Асосий
96.	Белгиланишига асосан лахмларни утиш ва чукурлаштириш учун қайси қутариш қурилмалари белгиланган?
A	Утувчи
B	Юкли
C	Асосий
D	Юкли-одамли
E	Инспекторли
97.	Белгиланганлигига асосан қумир шахталарида рудан скипда қутариш учун қайси қутариш мосламалари мулжалланган?
A	Ёрдамчи-юкли
B	Утувчи
C	Юкли
D	Асосий
E	Юкли-одамли
98.	Канат узунлиги хавфсизлик коидасига асосан дан ошмаслиги керак
A	50 м
B	10 м
C	100 м
D	120 м
E	1 м
99.	Канатнинг қиялик бурчаги горизонтга атрофида бўлиши керак
A	30 ⁰ -50 ⁰
B	30 ⁰ гача
C	100 ⁰ дан юқори
D	10 ⁰ -20 ⁰
E	20 ⁰ -30 ⁰
100.	Канат мустаҳкамлиги захираси юкли-одамли қутариш учун дан кам бўлмаслиги керак
A	7
B	5
C	1
D	6
E	4