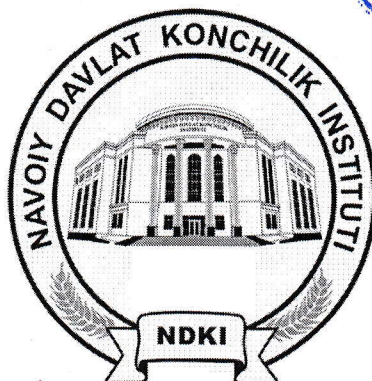


**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕСПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**
НАВОИЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе
Н.А. Абдуазизов
« » 2021 г.



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ПО ПРЕДМЕТУ

**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

(для студентов направления образования магистратуры:
5A312201 - Горные машины и оборудование).

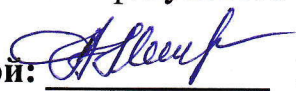
Учебно-методический комплекс разработан в соответствии с типовой программой дисциплины «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства», утвержденной приказом Министерства Высшего и среднеспециального образования Республики Узбекистан № ____ от «__» августа ____ г.

Составитель: доктор технических наук Джураев Р.У., и.о.проф. кафедры «Горная электромеханика» Навоийского государственного горного института

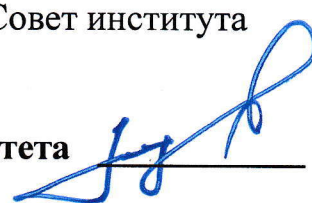
Рецензенты:

Тошов Б.Р. – доцент кафедры «Горная электромеханика» НГГИ, к.ф.-м.н.
Зарипов Ш. – к.т.н, зам. начальника ЦПБ НГМК

Учебно-методический комплекс обсужден и одобрен на заседании кафедры «Горная электромеханика» от «__» __. 2021 г. (Протокол № __) и представлен на обсуждение в Совет факультета

Заведующий кафедрой:  Махмудов А.М.

Учебно-методический комплекс обсужден и одобрен на заседании Совета факультета от «__» __. 2021 г. (Протокол № __) и представлен на обсуждение в Учебно-методический Совет института

Председатель Совета факультета  Мислибаев И.Т.

Учебно-методический комплекс рекомендован к внедрению в учебный процесс учебно-методическим Советом института от «26» 06 2021 г. (Протокол № 6)

Секретарь учебно-методического Совета института:

 Норматова М.Ж.

Согласовано:

Начальник учебно-методического отдела:  Каримов И.А.

Оглавление

Введение	6
Учебный материал дисциплины.....	7
Конспект лекций	8
Лекция 1. Машины и оборудование горного производства. Новые конвейерные ленты.....	9
Лекция 2. Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент.....	13
Лекция 3. Конвейерные ролики новых улучшенных конструкций.....	19
Лекция 4. Специальные типы приводов ленточных конвейеров и их теория.....	22
Лекция 5. Машины и оборудование для открытых разработок. Специальные конструкции транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров. Крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой.....	35
Лекция 6. Автомобильные карьерные подъемники.....	39
Лекция 7. Карьерный контейнерный подъемник.....	45
Лекция 8. Роторные экскаваторы фирмы KRUPP.....	57
Лекция 9. Новые конструкции долот для карьерных буровых станков.....	65
Лекция 10. Машины и оборудование для подземных разработок.....	70
Методические указания по выполнению практических работ.....	98
Практическая работа 1. Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент.....	100
Практическая работа 2. Расчет специального типа привода ленточного конвейера с прижимным роликом и её анализ.....	102
Практическая работа 3. Изучение схемы системы подъема автомобильного карьерного подъемника.....	103
Практическая работа 4. Изучение основных элементов и технологической схемы работы карьерного контейнерного подъемника.....	105
Практическая работа 5. Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров (изучение и анализ механического оборудования)	107
Практическая работа 6. Изучение и анализ основных технических характеристик некоторых крупнейших в мире ленточных конвейеров.....	109
Практическая работа 7. Изучение устройства и оборудования, входящие в состав роторного комплекса разреза «Ангренский»	111
Практическая работа 8. Изучение и анализ новых конструкций	

долот для карьерных буровых станков.....	113
Практическая работа 9. Изучение и анализ режуще-шарошечного и самонастраивающегося шарошечного долот.....	115
Практическая работа 10. Изучение опрокидывателя для вагонеток и оборудования их основные элементы, область и условия применения.....	117
Глоссарий дисциплины.....	120
Приложения.....	122
Типовая программа дисциплины.....	123
Рабочая программа дисциплины.....	131
Календарный план и выполнение программного материала.....	142
Контрольные вопросы.....	148
Основная литература.....	149

ВВЕДЕНИЕ

В Узбекистане построены и действуют горные предприятия с открытым и подземным способами добычи разнообразных полезных ископаемых. В их числе буроугольный разрез, «Ангренский» и Управление добыча угля подземным способом ОАО «Узбекуголь», карьер «Кальмакыр» АГМК, карьер «Мурунтау» НГМК, Занимающий одно из ведущих положений не только в странах СНГ, Нои в мире и др.

Внедрение прогрессивной технологии добычи полезных ископаемых связано с дальнейшим совершенствованием транспорта в горной промышленности сованием транспорта в горной промышленности, с широким применением поточно-таранспортных систем.

Настоящее учебное пособие написано в целях непосредственного обеспечения выполнения Законов Республики Узбекистан «Об образовании» и «О национальной программе по подготовке кадров», в соответствии с Государственным образовательным стандартом второй ступени высшего образования - подготовки магистров по специальности 5A310705 -«Горные машины и оборудование» и программой курса «Специальные конструкции горных машин и оборудования».

Студенты магистратуры специальности 5A310705-«Горные машины и оборудование», в период обучения в бакалавриате изучают ряд дисциплин специализации и там они ознакамливаются с конструкциями типовых машин и оборудования, основами их теории и расчета, областями и условиями применения этих машин.

Курс «Специальные конструкции горных машин и оборудования» предусматривает изучение специальных, нестандартных и новых машин и оборудования, усовершенствованных узлов и оборудования стандартных многосерийных машин и, поэтому, стандартного учебника по данному курсу, рассчитанного для пользования студентами в течение многих лет, быть не может.

Потеря единого экономического пространства после распада СССР, малодоступность импортного оборудования из-за его высокой стоимости заставило многие государства с развитой горно-добывающей промышленностью ускоренными темпами развивать свои собственные разработки по всему комплексу машин и оборудования применительно к условиям своего горного производства, наладить производство этих машин в своей стране за счет создания нового или серьезной модернизации существующего производства под выпуск конкурентоспособной горной техники.

Стремление каждого государства развивать свое производство горных машин породило большое разнообразие создаваемой горной техники одного функционального назначения не только по конструктивно - компоновочным решениям, но и по технико - экономическим, эксплуатационным и другим параметрам. Стали появляться принципиально новые конструктивные решения, например, по созданию средств транспортировки горной массы из глубоких карьеров, и многое другое

Поэтому составление комплекса по курсу «Специальные конструкции горных машин и оборудования» сопровождается поиском, просмотром и отбором материалов из многих разных источников, в основном, из специализированных журналов, сборников научных трудов, статей и докладов, и другой периодической литературы, ИНТЕРНЕТА.

Обращено внимание на технологичность, перспективность новых решений, технико-экономические показатели.

**Навоийский горно – металлургический
комбинат**

**Навоийский государственный горный
институт**

Горный факультет

УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ

**по дисциплине «СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

**Навоийский горно – металлургический
комбинат
Навоийский государственный горный
институт**

Горный факультет

Опорный конспект

по дисциплине

**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

ЛЕКЦИЯ № 1. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

План:

1. Общие сведения.
2. Конвейерные ленты Стомиль Белхатов.
3. Конвейерные ленты «РТИ - КАУЧУК»

Цель лекционного занятия: *изучение машин и оборудования горного производства.*

Ключевые слова: *резинотканевые ленты, конвейерные ленты, ленты со стальными тросами, полиамид, полиэфир, Стомиль Белхатов, двухпрокладочная лента, однопрокладочные ленты, резинотросовые ленты, длина транспортирования.*

Общие сведения.

Ленточными конвейерами называют машины непрерывного действия, несущим и тяговым элементом которых является гибкая лента.

Ленточные конвейеры нашли широкое распространение в промышленности. Их применяют для перемещения сыпучих и штучных грузов на короткие, средние и дальние расстояния во всех областях современного промышленного и сельскохозяйственного производства; при добыче полезных ископаемых; в металлургии; на складах и в портах; применяют в качестве элементов погрузочных и перегрузочных устройств, а также в качестве машин, выполняющих технологические функции.

Широкое применение ленточных конвейеров обусловлено рядом достоинств:

- малая масса;
- простота конструкции;
- возможность транспортирования груза с высокими скоростями (до $6 \div 8$ м/с);
- большая производительность ленточных конвейеров (до 30000 т/ч);
- большая длина транспортирования (3 ÷ 4 км одним конвейером и более 100 км в системе из нескольких конвейеров).
- благодаря гибкости ленты, ленточный конвейер может иметь сложные трассы с горизонтальными, наклонными участками и с изгибами в горизонтальной плоскости;
- удобство контроля за работой.

Длина 1 става конвейера может достигать до 3-5 км иногда до 14 км, дальность транспортирования более 100 км, но более 70% конвейеров имеет ограниченную длину до 500м.

К недостаткам ленточных конвейеров относятся:

- высокая стоимость ленты (до 50%) и роли опор (до 30% от стоимости конвейера);

- фрикционный способ передачи тягового усилия, требующий первоначального натяжения;
- повышенное натяжение ленты при больших рабочих нагрузках и длительном сроке эксплуатации;
- сложность очистки от липких грузов;
- затруднена транспортировка пылевидных, горячих, тяжелых штучных грузов;
- невозможность использования для транспортировки горячих грузов;
- резкое падение производительности при увеличении угла подъема.

Величина предельного угла наклона конвейера зависит от свойств перемещаемого материала – главным образом от формы кусков, их крупности и влажности и допускается:

- для рядового угля, руды и породы – до 18° ;
- для мелкокускового груза – до $19 \div 20^\circ$, а в отдельных случаях (так, для продуктов мокрого обогащения) – до $21 \div 22^\circ$;
- для крупного сортированного груза угол наклона до $16 - 17^\circ$;
- для брикетов и штучных грузов соответственно до $10 \div 12^\circ$.

При углах наклона больших, чем указанные, груз скатывается или скользит по ленте вниз.

При наклонной установке конвейера с подачей груза вниз предельный угол наклона снижается на $3 \div 5^\circ$.

Классификация ленточных конвейеров:

– *по области применения:*

- Конвейеры общего назначения (для насыпных и штучных грузов)
- Специальные (для погрузочных машин, передвижные, переносные)
- Подземные

– *по форме трассы:*

- Простые (с одним прямолинейным участком, горизонтальным или наклонным с движением вверх или вниз)
- Сложные (с ломанной трассой)
- Криволинейные (пространственные)

– *по углу наклона трассы*

- Горизонтальные
- Пологонаклонные
- Крутонаклонные (более 22°)
- Вертикальные

– *по направлению движения груза:*

- Подъемные
- Спускные

– *по форме ленты и размещению на ней груза*

- с плоской лентой
- с желобчатой лентой
- с верхней рабочей стороной

- с нижней рабочей стороной
- с обеими рабочими сторонами.
- по типу тягового элемента
- с резинотканевой лентой
- с резинотросовой лентой
- со стальной цельнокатаной лентой
- с проволоочной лентой

Конвейерные ленты Стомиль Белхатов.

Стомиль Белхатов А.О. является самым крупным в Польше и одним из ведущих в Европе производителей конвейерных лент.

Стомиль Белхатов А.О. производит конвейерные ленты двух основных типов: резинотканевые и резинотросовые, усиленные. Производственная годовая мощность завода составляет около 140 км резинотросовых лент, 100 км резинотканевых лент, 30 тыс. тонн резиновых смесей.

Резинотканевые ленты производятся на основе полиамидных (РА) и полиэфирно-полиамидных (ЕР) тканей.

Полиамид, являясь полностью синтетическим материалом, обладает большой прочностью на разрыв, низким модулем упругости и способностью к значительному удлинению. Он является стойким на истирание и изгиб, а также на воздействие химических веществ (исключая кислоты) и биологических факторов. Ленты, произведенные на основе тканей РА, отличаются хорошей эластичностью, способностью поглощать энергию во время удара и характеризуются большим сроком эксплуатации. Но, ввиду их относительно большого удлинения, они могут применяться только на конвейерах небольшой длины.

Полиэфир является также полностью синтетическим материалом с высокой прочностью, но значительно меньшим удлинением, чем полиамид. Он является стойким на истирание, изгиб, воздействие химических веществ, исключая щелочи, и биологических факторов. В лентах, стержень которых произведен из полиамидно-полиэфирных тканей, нитки основы сделаны из полиэфира, а уток – из полиамида. Такое сочетание вполне оправдано. Полиамид, характеризующийся большим удлинением, увеличивает поперечную эластичность ленты, позволяя получить глубокий лоток. Полиэфирное волокно имеет более высокий модуль упругости, чем полиамидное, поэтому оно является подходящим для основания лент, предназначенных для средней длины конвейеров.

Завод производит резинотканевые ленты типа РА в пределах прочности от 500 до 3500 кН/м и шириной от 500 до 2200 мм с количеством слоев 2-6.

Ленты ЕР производятся в пределах прочности от 500 до 3150 кН/м с количеством слоев 2-6.

Допускаемое удлинение лент на основе ткани РА составляет до 3.5 %. Практически оно ниже и не превышает 2,0%. На практике удлинение лент ЕР составляет 1,0-1,5%. [12].

Анализ работы конвейерных лент в шахтах и на карьерах показал, что причиной их выхода из строя являются, как правило, механические повреждения, а не износ обложек вследствие истирания. При этом установлено, что долговечность лент можно повысить за счет повышения прочности на пробой и разрывы.

В этой связи Стомиль Белхатов в своих лентах применил защитные прокладки, сконструированные таким образом, чтобы у них была малая жесткость и большая прочность в направлении утка несущих прокладок. Таким способом обеспечивается хорошее взаимодействие прокладки с резиной обложки. Защитная прокладка, расположенная над каркасом резиноканевой ленты, дает максимальный эффект при ударе кусков породы непосредственно на ролик, а защитная прокладка, расположенная под каркасом – при ударе материала в ленту между роликами. Таким образом, лучше всего применять две защитные прокладки. Способность поглощения энергии лентой является всегда больше при ударе глыбы между роликами, чем непосредственно в ролик. Поэтому, если применяется только одна прокладка, она должна быть расположена над каркасом ленты. Основные характеристики резиноканевых конвейерных лент приведены в таблице.1.1.

Таблица 1.1

Основные характеристики резиноканевых конвейерных лент

Тип ленты/количество тканевых прокладок	Прочность ленты, кН/м	Стандартная толщина обкладок, мм	Толщина каркаса, мм	Вес каркаса, кг/м ²	Вес ленты, кг/м ²
1	2	3	4	5	6
630/3	630	3+2	4.50	4.65	10.40
630/4	630	3+2	6.00	5.64	11.35
800/4	800	4+2	6.00	6.20	13.00
1000/4	1000	4+2	6.80	6.70	14.00
1000/5	1000	4+2	7.50	7.75	14.60
1250/4	1250	5+3	7.60	8.00	17.30

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
1400/4	1400	5+3	7.60	9.10	18.30
1600/4	1600	6+3	7.60	9.60	19.90
1600/5	1600	6+3	9.50	11.40	21.60
1800/4	1800	6+3	8.20	8.20	19.50
2000/4	2000	6+3	10.80	11.68	22.00
2000/5	2000	6+3	9.50	12.50	22.30
2500/5	2500	8+4	13.50	14.60	28.30
3150/5	3150	8+4	14.50	16.35	30.10
3500/5	3500	8+4	15.00	17.90	31.60

Применение конвейерных лент с высокопрочными каркасами из стальных канатов позволяет транспортировать материал на значительные расстояния и с очень большой производительностью.

Малое рабочее удлинение резиновых лент (около 0.2%) дает возможность сокращения затрат на перевозку материалов за счет возможности проектирования и монтажа на месте длинных конвейеров.

Резиновые конвейерные ленты состоят из защитных резиновых обкладок и резинового борта. Силовым каркасом ленты является ряд параллельно уложенных оцинкованных металлических тросов, вулканизированных в резину.

Прочность ленты зависит от прочности стальных тросов и расстояния между ними. Эти величины являются нормированными.

Основные преимущества лент со стальными тросами (по сравнению с резиновыми лентами):

- большая прочность при меньших допустимых диаметрах барабанов;
- более низкое (примерно в 5 раз) упругостное удлинение, позволяющее монтировать длинные конвейеры с относительно короткими тяговыми путями;
- более низкое постоянное удлинение;
- возможность получения глубокого желоба (угол желоба 60-70 градусов);
- низкие расходы на консервацию и ремонт;
- большая прочность при коротких конвейерах;
- относительно легкое и экономически оправданное восстановление, когда тросы не повреждены;
- вода, проникающая в стержень через повреждения обкладки, может распространяться только вдоль тросов, благодаря чему не происходит расслоение ленты, характерное для резиновых лент.

Для производства лент применяются стальные тросы из оцинкованной высокоуглеродистой стальной проволоки прочностью до 2200 МПа.

Завод производит ленты с тросами прочностью от 800 до 5400 кН/м и шириной от 800 до 2400 мм.

Основные характеристики резинотросовых лент приведены в табл.1.2.

Таблица 1.2

Основные характеристики резинотросовых конвейерных лент

Тип ленты	СТ 1000	СТ 1250	СТ 1600	СТ 2000	СТ 2500
Минимальная прочность ленты на разрыв, кН/м	1000	1250	1600	2000	2500
Диаметр троса, мм	3,7-4,1	4,4-4,9	5,2-6,0	5,2-6,0	6,8-7,2
Номинальное расстояние между тросами, $\pm 1,5$ мм	12	14	15	12	15
Минимальная толщина резиновых обкладок, мм	4	4	4	4	5
Рекомендуемые толщины обкладок, мм	5+5	5+5	8+8	8+8	8+8
Толщина ленты, мм	13,7	14,4	21,2	21,2	22,8
Максимальная ширина ленты, мм	2400	2400	2400	2400	2400

Продолжение табл. 1.2

Тип ленты	СТ 1000	СТ 1250	СТ 1600	СТ 2000	СТ 2500	Тип лент ы
Минимальная прочность ленты на разрыв, кН/м	3150	3500	4000	4500	5000	5400
Диаметр троса, мм	7,6-8,1	8,2-8,6	8,8-8,9	9,6-9,7	10,6-10,9	11,2-11,3
Номинальное расстояние между тросами, $\pm 1,5$ мм	15	15	15	16	17	17
Минимальная толщина резиновых обкладок, мм	5,5	6	6,5	7	7,5	8
Рекомендуемые толщины обкладок, мм	10+10	10+10	10+10	10+10	12+10	12+10
Толщина ленты, мм	27,6	28,2	28,8	29,6	32,6	33,2
Максимальная ширина ленты, мм	2400	2400	2400	2400	2400	2400

Конвейерные ленты «РТИ - КАУЧУК»

Завод «РТИ - КАУЧУК» (г.Москва) является крупнейшим производителем резинотехнических изделий в России. Значительную часть выпускаемой продукции завода занимают конвейерные ленты.

В ассортимент производства входят многопрокладочные и одно-двухпрокладочные конвейерные резинотканевые ленты с наружными резиновыми обкладками, применяемые для транспортирования насыпных, кусковых и штучных грузов, а также для перевозки людей по горным выработкам угольных шахт.

Появление высокопрочных полиэфир-полиамидных тканей с разрывной прочностью 800-1600 Н/мм (разработка ОАО «НИИТ», г. Ярославль) позволило ОАО «РТИ - КАУЧУК» изготавливать ленты с меньшим количеством тканевых прокладок при сохранении прочностных показателей (или даже превышающих их) самой ленты. Использование высокопрочных тканей в производстве конвейерных лент показало не только технологические преимущества малопрокладочной конструкции по сравнению с традиционной многопрокладочной, но и позволило снизить вес и уменьшить толщину ленты при тех же производственных характеристиках. Параллельно была решена проблема, характерная для лент малопрокладочной конструкции, связанная с поперечной жесткостью ленты, а именно с ее лоткообразованием. Созданы новые конструкции одно - и двухпрокладочных конвейерных лент [19, 20].

Двухпрокладочная лента состоит из двух прочных синтетических прокладок (полиамидные или полиэфир-полиамид) ные нити) с дополнительным толстым промежуточным слоем прокладочной резины со специальными характеристиками. Тяговый каркас устойчив, имеет меньшее относительное удлинение, обладает достаточной жесткостью в продольном и поперечном направлениях и хорошо противостоит воздействиям ударных нагрузок.

В настоящее время наряду с традиционными конвейерными лентами выпускаются однопрокладочные прочностью до 1600 кН/м и двухпрокладочные – до 3200 кН/м. Эксплуатационные испытания двухпрокладочных лент показали превосходство лент новой конструкции над традиционными многопрокладочными лентами [16].

ЛЕКЦИЯ № 2. УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ СТЫКОВКИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ.

План:

1. Стыковка резиноканевых лент.
2. Стыковка резинокросовых лент.
3. Стыкование конвейерной (транспортной) ленты механическими соединениями.

Цель лекционного занятия: изучение усовершенствованных методов стыковок конвейерных лент.

Ключевые слова: вулканизационные прессы, технология стыковки, горячая вулканизация, метод соединения, двухпрокладочные ленты, стыковка, резиноканевые ленты, резинокросовые ленты, длина стыка, ступени стыка, параметры вулканизации, схемы стыковок.

Стыковка резиноканевых лент.

Эффективная работа конвейерных транспортных систем определяется, помимо качества используемого транспортного полотна, прочностью его соединения при монтаже конвейерных комплексов или при ремонте лент. При этом прочность соединения зависит от технологии стыковки и используемых материалов.

STOMILBELCHATOV разработал технологию стыковки резиноканевых лент, обеспечивающую прочное соединение отрезков ленты в месте стыка (рис.1.1). Для стыковки ленты должны применяться вулканизационные прессы с минимальным средним давлением на стыке в 1.2 МПа. В качестве материалов для проведения процесса стыковки (которые могут быть поставлены совместно с конвейерными лентами) используются: резина обкладочная, резина прослойная, раствор для очистки соединяемых поверхностей элементов стыка (толуон 80%, четыреххлорэтилен 10%, экстракционный бензин 10%), а также хлопчатобумажное полотно для разделения поверхностей стыка и нагревательных плит вулканизатора.

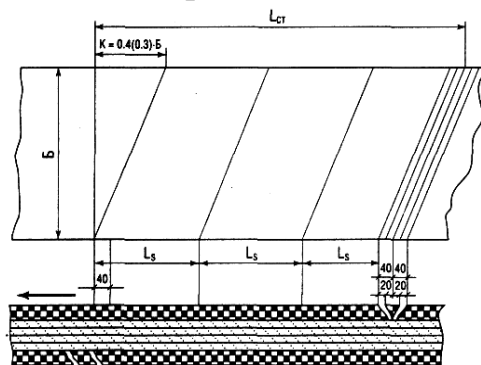


Рис.1.1. Схема стыковки резиноканевых лент

Длину стыка для резинотканевых лент при горячем и холодном способах вулканизации можно определить по формуле:

$$L_{cm} = K + (Z - 1) \cdot L_s, \quad (1.1)$$

где L_{ct} – длина соединения;

K – длина скоса;

$K = 0.4 (0.3) B$ (B – ширина ленты);

Z – количество прокладок;

L_s – длина ступени.

Длина ступенек стыка зависит от прочности тканевой прокладки и представлена в табл.1.3.

Таблица 1.3

Рекомендуемая длина ступенек стыка для резинотканевых лент

Прочность тканевой прокладки (кН/м)	Длина ступени L_s (мм) для ширины	
	менее 1400 мм	более 1400 мм
до 150	150	200
от 160 до 250	250	300
от 250 до 315	350	400
от 315 до 400	400	450
от 500 до 630	450	500

Технология стыковки включает следующие операции:

- производится разметка длины скоса и длины ступени;
- снимается вдоль линии откоса 20 мм обкладки, резиновые обкладки косо отрезаются. Длина скоса должна составлять 0.4(0.3) B . Это зависит от скоса вулканизационного пресса;
- в соответствии с намеченными ступенями срезаются прокладки;
- смазываются раствором поверхность прокладок и прослойкой резины, и накладывается прослойная резина на место стыка;
- осуществляется вулканизация.

Рекомендуемые параметры вулканизации представлены в табл.1.4

Таблица 1.4

Параметры вулканизации

Класс резины	W,X,Y,A,AA,T1	K,R	TГ	TЗ
Температура вулканизации	$145\pm 5^{\circ}\text{C}$	$145\pm 5^{\circ}\text{C}$	$150\pm 5^{\circ}\text{C}$	$160\pm 5^{\circ}\text{C}$
Толщина ленты, мм	Время вулканизации, мин			
1	2	3	4	5
10	25	30	50	45
14	30	30	50	50
16	30	35	50	50
18	30	35	50	50
20	35	40	50	55
22	35	40	50	55
24	40	40	55	55
26	40	45	55	55
28	40	45	55	60
30	45	50	55	60
32	45	50	60	60
34	45	50	60	60
36	50	55	60	60
38	50	55	60	60
40	55	60	65	65

Конвейерную ленту после стыковки можно эксплуатировать после охлаждения места стыка до температуры окружающей среды, но не ранее, чем через 2 часа после окончания вулканизации.

Трудоемкость стыковки двухпрокладочных лент значительно ниже многопрокладочных [16].

Стыковка двухпрокладочных лент завода «РТИ – КАУЧУК» не представляет больших сложностей – они легко и быстро соединяются с помощью механических соединителей (неразъемных или разъемных шарнирных), а также методом горячей или холодной вулканизации с укладкой промежуточной тканевой (арамид) или резиновой прокладки.

На рис.1.2 представлены некоторые варианты соединения двухпрокладочных лент методом горячей или холодной вулканизации. Там же в таблице представлена длина прямоугольного соединения в зависимости от прочности тканевой прокладки.

Горячая вулканизация осуществляется серийными вулканизационными прессами, обеспечивающими равномерное давление порядка 0.8 - 1.0 МПа по рабочей поверхности стыка и температуру вулканизации $145\pm 5^{\circ}\text{C}$. Необходимое время вулканизации ленты принимается в соответствии с графиком, представленным на рис.1.3.

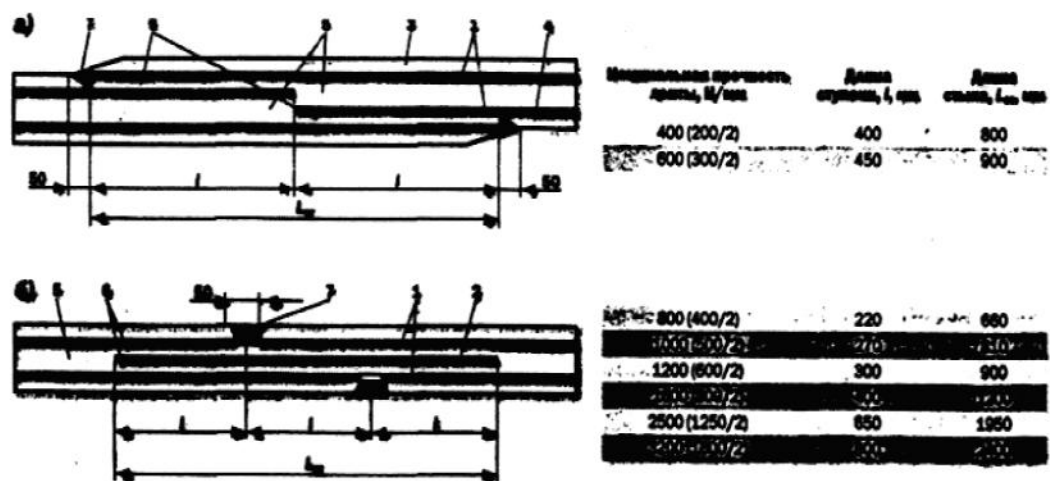


Рис. 1.2. Схемы стыковки двухпрокладочных лент:

а) ступенчатое соединение без промежуточной тканевой вставки;
б) стандартное соединение с промежуточной тканевой вставкой,

где

L ст - длина стыкового соединения, мм
1 - тканевые прокладки ленты
2 - промежуточная тканевая вставка, мм
3,4 - обкладки ленты

1 - длина ступени, мм
5 - сквидж ленты
6 - резиновая прослойка
7 - резиновая полоса для заделки торцов стыка

Горячая вулканизация осуществляется серийными вулканизационными прессами, обеспечивающими равномерное давление порядка 0.8 - 1.0 МПа по рабочей поверхности стыка и температуру вулканизации $145 \pm 5^\circ\text{C}$. Необходимое время вулканизации ленты принимается в соответствии с графиком, представленным на рис.1.3.



Рис. 2.3. Зависимость времени вулканизации от толщины ленты

Стыковка резинокросовых лент

Технология стыковки резинокросовых лент (СТ), разработанная StomilBelchatow, обеспечивает прочное соединение отрезков ленты в месте

стыка. Причем, для стыковки лент типа СТ и достижения ее высокой эффективности рекомендуется использовать фирменные материалы, которые могут быть поставлены совместно с конвейерными лентами:

- плиты (каркасная смесь/обкладочная смесь) для изготовления рабочей и нерабочей обкладок;
- междутросовые полоски (каркасная смесь) для стыковки тросов;
- заполняющие полоски (каркасная смесь) для заполнения междутросового пространства;
- замыкающие полоски (каркасная смесь) для обработки бортов ленты;
- резиновый клей для стыковки элементов каркаса ленты;
- раствор для очистки соединяемых поверхностей элементов стыка (толуон 80%, четыреххлорэтилен 10 %, экстракционный бензин 10 %);
- хлопчатобумажное полотно для разделения поверхностей стыка и нагревательных плит вулканизатора.

Разработанная технология стыковки резиновых лент предполагает их соединение только методом горячей вулканизации.

В зависимости от типа ленты и ее ширины соединение конвейерных лент со стальными тросами может быть одно-, двух- трех- и четырехступенчатое.

Конструкция стыков представлена на рис.1.4. а параметры стыковки в табл .1.5.

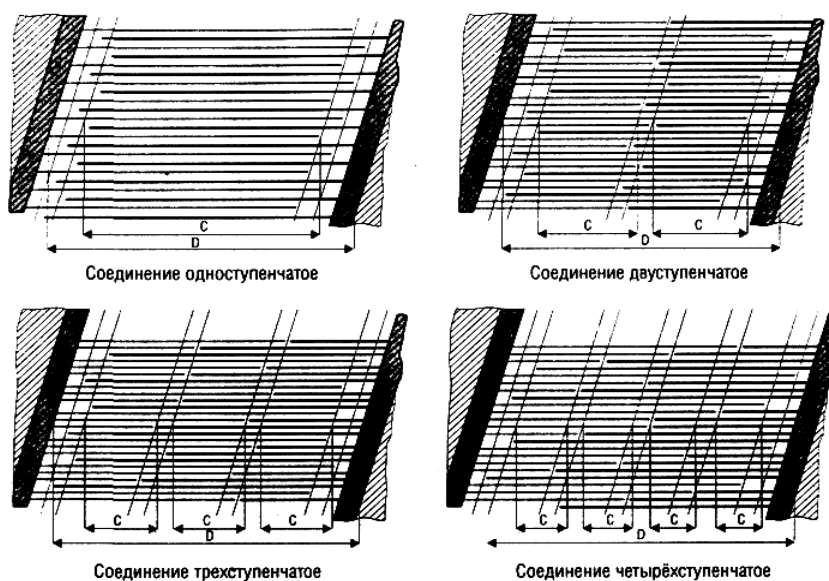


Рис.2.4. Соединение резиновых лент со стальными тросами

Технология стыковки включает следующие основные операции:

- настройка вулканизационного стенда;
- разметка длины скоса и длины ступени;
- центровка соединяемых концов лент и закрепление их на вулканизационном столе;
- проведение операций по обрезке рабочих обкладок резиновых бортов, каркасной резины между металлическими тросами и т.д.;

- подготовка поверхности контактов шлифовальной машиной и обработка их раствором для очистки соединяемых поверхностей;
- укладка нерабочих плит, покрытие их скосов резиновым клеем и склейка концов лент с нерабочей плитой;
- укладка стальных тросов по схеме соединения;
- наклейка замыкающих полосок по высоте поверхности тросов и заполнение свободного пространства между тросами заполняющими полосками;
- наложение рабочей плиты на тросы и соединение с обкладками ленты;
- вулканизация места стыковки.

Таблица 1.5

Параметры стыковки

Тип ленты	СТ 800	СТ 1000	СТ 1250	СТ 1500	СТ 1600	СТ 2000	СТ 2500
Количество ступеней	1	1	1	1	1	2	2
Длина стыка (D), мм	600	600	650	750	700	1150	1350
Длина ступени (C), мм	300	300	350	450	450	400	500

Продолжение табл. 1.5

Тип ленты	СТ 3150	СТ 3500	СТ 4000	СТ 4500	СТ 5000	СТ 5400
Количество ступеней	2	3	3	3	4	4
Длина стыка (D), мм	1650	2350	2650	2800	4050	4450
Длина ступени (C), мм	650	650	750	800	900	1000

Стыкование конвейерной (транспортной) ленты механическими соединениями.

Метод стыковки, при котором применяется механическое соединение, является наиболее быстрым и доступным, но не самым прочным и долговечным способом стыковки конвейерных и транспортных лент.

Основные преимущества механического соединения конвейерных (транспортных) лент

- быстрота способа стыкования конвейерной ленты;
- небольшие финансовые затраты по сравнению с вулканизацией;
- данный метод исключает необходимость в специальном помещении и громоздком оборудовании (прессы для вулканизации);

- механическое стыкование конвейерных лент можно произвести при отрицательных температурах и в помещениях с повышенной запыленностью;
- нет необходимости в применении высококвалифицированного персонала для вулканизации;
- для конвейеров, где длительный простой недопустим, механическое соединение предпочтительно как временная мера (для высоконагруженных конвейеров) или для постоянной эксплуатации;
- для конвейеров, длина которых часто меняется, разъемное механическое соединение наиболее предпочтительно.

Основные недостатки механического соединения

- низкая прочность и срок службы стыка по сравнению с вулканизацией;
- наблюдается дополнительный механический износ роликов, барабанов и других рабочих частей конвейера;
- возможность просыпи на стыке сыпучих грузов и материалов;
- возможность появления искрообразования, что опасно в определенных условиях;
- при транспортировке горячего груза появляется возможность прожигания ленты на стыке.

Механические соединения конвейерных и транспортерных лент бывают неразъемными болтовыми или заклепочными и разъемными шарнирными. К первым относятся заклепочные и болтовые соединения в виде пластин. Неразъемные болтовые соединения применяются для ремонта продольных порезов резинотканевых транспортерных лент. Типичным представителем неразъемного стыка являются замки фирмы FLEXCO типа Bolt Solid Plate, а также отечественный аналог ВЗ. Данные механические соединения абразивоустойчивы, предназначены для механической стыковки резинотканевых транспортерных лент толщиной от 6 до 30 мм с нагрузкой до 105кН/м.

Разъемные механические соединения конвейерных (транспортерных) лент позволяют быстро и легко соединять и разъединять ленты, не разбирая конвейер, и тем самым сократить время простоя оборудования. Трудоемкость выполнения механической стыковки конвейерных лент минимальна. Типичные разъемные механические замки - фирмы FLEXCO типа Alligator, а также отечественные аналоги В1 и В2, позволяют стыковать конвейерные (транспортерные) ленты толщиной от 4 до 19 мм при прочности на разрыв 600 Кн/м, минимальном диаметре барабана 100мм, максимальном рекомендуемом натяжении 70 Кн/м.

ЛЕКЦИЯ №3 КОНВЕЙЕРНЫЕ РОЛИКИ НОВЫХ УЛУЧШЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

План:

1. Общие сведения.
2. Конструкции роликов конвейеров нового типа.
3. Конструкция конвейерных роликов SIBZMS.
4. Виды конвейерных роликов.

Цель лекционного занятия: *изучение новых улучшенных конструкций конвейерных роликов.*

Ключевые слова: *анализ, надежность узлов, ресурс роликов, производители роликов, конструкции роликов, подшипниковый узел, конструкция, подшипниковый узел, виды роликов, конвейер, резинометаллические уплотнения, трехканальный лабиринт.*

Общие сведения.

Анализ надежности различных узлов ленточных конвейеров на угольных шахтах, железорудных карьерах и других предприятиях показал, что конвейерные ролики, наряду с лентой, имеют наименьший ресурс и требуют наибольших затрат труда и денежных средств на замену, ремонт и обслуживание (30-40% и более эксплуатационных затрат), а общая их стоимость составляет 25-30% от стоимости конвейера.

Ресурс конвейерных роликов, например, на шахтах ОАО «Воркутауголь» в узлах загрузки составляет от 0.5 до 1.0 года, а по ставу конвейера - от 0.7 до 2.5 лет, составляя в среднем 1.7 года. Расчетный срок службы среднего, наиболее нагруженного ролика, при ширине ленты 1200 мм принимается равным 35 тыс. ч, что в несколько раз больше фактического.

На некоторых конвейерных линиях большой протяженности число роликов достигает нескольких десятков тысяч. Ролики обновляются за время эксплуатации конвейера от 2 до 5 раз. Ежегодная общая потребность в роликах, например, для шахт ОАО «Воркутауголь» составляет 150 тыс. шт., однако удовлетворяется она всего на 30% из-за отсутствия необходимых денежных средств. Поэтому производители вынуждены увеличивать шаг установки роликов в 2-3 раза, что, естественно, сказывается на ресурсе ленты и энергоемкости транспортного процесса.

Основными производителями конвейерных роликов для горнодобывающей промышленности являются Александровский и Кыштымский заводы. В последние годы, ввиду огромной потребности в роликах, эту продукцию освоили и стали выпускать другие предприятия, ранее не работавшие на горную промышленность, но обладающие хорошей машиностроительной базой и высококвалифицированными кадрами.

Одними из таких предприятий являются «Сибтензоприбора» (бывший Топкинский механический завод) и ОАО «Завод ПИРС»

Первые конструкции роликов «Сибтензоприбора» отличались простотой, и были вызваны требованием потребителей снизить цену. Простая

конструкция, низкие и доступные цены привлекали потребителей, несмотря на невысокий эксплуатационный ресурс.

Новые и жесткие экономические условия выдвинули новые требования к техническим параметрам роликов, все чаще стали возникать вопросы о сроке службы ролика. С целью увеличения срока эксплуатации ролика были приняты технические решения по защите подшипникового узла ролика. Одним из главных требований при эксплуатации ролика является обеспечение защиты подшипника от внешних воздействий.

В новых конструкциях не применяются подшипники с защитными резинометаллическими уплотнениями, которые сами по себе не обеспечивали необходимого уровня защиты и при этом на 5-7 % увеличивали стоимость. Новые конструкции получили индекс II группы защиты, условно обозначающие уровень условий эксплуатации - средний (рис 1.5).

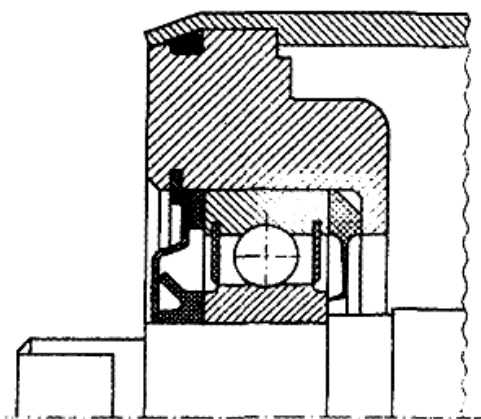


Рис. 1.5. Подшипниковый узел - II группа защиты

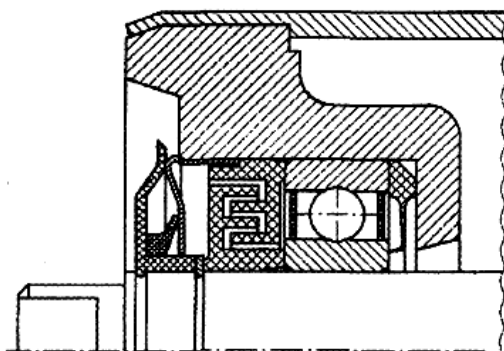


Рис. 1.6. Подшипниковый узел - III группа защиты

Анализ достижений ближних и дальних зарубежных производителей позволил выявить наиболее перспективную конструкцию подшипникового узла III группы защиты - для тяжелых условий (рис 1.6).

Ролики, изготавливаемые ОАО «Завод ПИРС» имеют следующие отличительные особенности:

- собственный оригинальный подшипниковый узел;
- замкнутый автономный внутренний объем;
- специально рассчитанное лабиринтное уплотнение. Соединение обечайки ролика и корпуса подшипникового узла может быть, как в сварном, так и в вальцованном исполнении.

Корпус подшипникового узла штампованный из стального листа, вследствие чего он, по сравнению с литым корпусом, имеет меньший вес. Подшипниковый узел состоит из (рис.1.7):

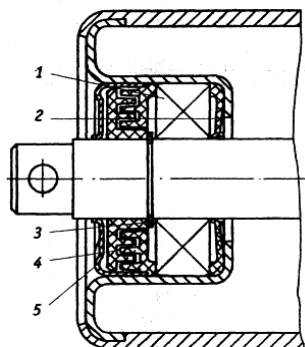


Рис.1.7. Конструкция ролика, изготавливаемого в ОАО «Завод ПИРС»

- 1-подшипника по ГОСТ 8338-75 или по требованию заказчика по ГОСТ 7242-81;
- 2-задней уплотнительной шайбы или одноканального лабиринта, который ставится за подшипник;
- 3-стопорного кольца по ГОСТ 13942-86;
- 4-наружного трехканального лабиринта, изготовленного из сополимера полиэтилена и полипропилена, температурные границы использования которого от -50 до +50°C.
- 5-кожуха защитного.

Сочетание вышеперечисленных особенностей позволило создать высоконадежную конструкцию ролика с замкнутым автономным внутренним объемом, не зависящим от условий внешней среды и мест эксплуатации. Ролики, выпущенные ОАО «Завод ПИРС», не требуют ухода, дополнительной смазки и ремонта в течении всего срока эксплуатации, что выгодно отличает их от роликов других производителей.

Оригинальная конструкция подшипникового узла обеспечивает защиту лабиринтного уплотнения и самого подшипника при возникновении таких аварийных ситуаций, когда температура наружной поверхности ролика повышается до 200-250°C. В этом случае температура в подшипниковом узле не превышает допустимых в эксплуатации величин 140°C.

Так как в конструкции использован оригинальный подшипниковый узел с лабиринтным уплотнением, обеспечивающим герметичность внутрироликового пространства, срок эксплуатации роликов составляет 36 месяцев и более.

С 2000г. конструкция ролика модернизирована: на наружный лабиринт ставится защитный кожух, обеспечивающий дополнительную надежную защиту подшипникового узла от механических повреждений и попадания абразивов.

Конструкция конвейерных роликов — SIBZMS.

Обязательным элементом роликовых транспортеров, которые очень востребованы в современных производственных линиях, являются ролики конвейерные. От качества самих роликов во многом зависит продолжительность эксплуатации и функциональность самого конвейера. Конструкция конвейерных роликов представляет собой три основные составляющие: корпус, шпиндель и подшипник. В зависимости от того, в каком именно виде роликового конвейера будут использоваться ролики, рассчитываются технические характеристики каждого из этих элементов.

На корпус ролика, который представляет собой собственно его поверхность, ложится нагрузка по перемещению грузов. Корпус ролика обычно изготавливается из металлов, чаще всего из стали, нержавеющей или алюминия. В некоторых конвейерах используются ролики с корпусом из пластика. Выбор конструктивных характеристик и материала корпуса должен зависеть от следующих качеств: устойчивость к истиранию и износу, грузоподъемность, размеры грузов, другие факторы. Часто на корпус ролика наносится дополнительное покрытие в виде резины, ПВХ, цинка. В некоторых случаях применяется антистатическое покрытие поверхности роликов.

Базовые габариты конвейерных роликов: размер рабочей поверхности ролика, диаметры корпуса (внутренний и наружный), общая длина корпуса ролика и монтажная длина оконечности шпинделя. Размеры ролика выбираются с учетом конкретных условий эксплуатации в роликовом конвейере.

Конвейерные ролики используются либо в стандартном исполнении, либо изготавливаются на заказ в зависимости от типа и особенностей производства.

В роликовых конвейерах также обязательным элементом являются роlikоопоры. Роlikоопоры бывают рядовые (линейные) и специальные в зависимости от своих функций. Рядовые роlikоопоры служат для поддержания конвейерной ленты и придания ей необходимой формы. Специальные роlikоопоры, выполняют несколько функций: регулируют положение ленты относительно продольной оси; амортизируют удары груза о ленту в местах загрузки; очищают частицы налипшего груза; изменяют желобчатость ленты перед барабанами.

Виды конвейерных роликов

Важным обязательным элементом ленточных конвейеров являются ролики. От их характеристик и особенностей конструкции зависит работоспособность всей конвейерной линии.

Конструктивные особенности

Конструкция ролика состоит из стальной трубы, закрытой с обеих сторон ступицами с уплотнителями. Длина детали – от 100 до 1600мм, диаметр – от 54 до 159 мм. На торцах располагаются подшипники, соединяющие ось. Внешняя сторона ролика покрыта антикоррозийным составом, или сразу выполняются из оцинкованного металла. В изготовлении роликов могут использоваться пластмассы. Но они не предназначены для перемещения больших грузов.



Сферы применения

Конвейерные ролики нашли широкое применение в различных отраслях промышленного производства:

- Горнорудные и угольные шахты;
- Нефтегазовая промышленность;
- Топливоподача на ТЭЦ, обогатительных фабриках, металлургических заводах;
- В строительстве;
- На железнодорожном транспорте;
- В складских помещениях.

И это далеко не весь перечень сфер применения конвейерных роликов. Они позволяют снизить уровень производственного шума в помещениях. Их можно устанавливать не только в рабочих цехах, но и под открытым небом, в условиях низких температур. С их помощью перемещаются тяжеловесные и сыпучие грузы. Каждый такой ролик может выдерживать нагрузку более 240 кг. Их преимущество перед погрузчиками в том, что они устанавливаются не только на больших рабочих площадях, но и в условиях их жесткой экономии.

Преимущества использования

Применение роликов на ленточных горизонтальных конвейерах дает определенные преимущества в ходе рабочего процесса:

- Плавность и равномерность движения конвейерной ленты в заданном направлении;
- Сохранение оптимального натяжения ленты;
- Увеличение эксплуатационного срока ленты (уменьшение износа и разрывов);
- Обеспечение эффективности работы транспортера.

Кроме ленточных конвейеров, ролики используются на роликовых транспортерах, где сами выступают в роли несущей плоскости.

Виды конвейерных роликов

В зависимости от назначения и сфер применения, ролики могут быть:

- Дефлекторные, их особенностью является предупреждение отклонения конвейерного полотна от заданной траектории движения;
- Текстилитовые, используются при транспортировке опасных грузов;
- Стрягивающие, обеспечивающие очистку рабочей ленты от загрязнений. Используются в перемещении строительных материалов: песка, гравия, глины и т.д.;
- Амортизирующие, смягчают удары, снижают уровень шума при работе конвейера;
- Плоские, с их помощью грузы перемещаются вокруг своей оси.

Выбирая ролики для конвейера, необходимо учитывать условия их эксплуатации и особенности перемещаемых грузов. Это обеспечит долгий и безаварийный срок работы конвейера.

ЛЕКЦИЯ №4. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТИПЫ ПРИВОДОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ И ИХ ТЕОРИЯ.

План:

1. Общие сведения.
2. Приводы ленточных конвейеров и теория их работы.
3. Специальные типы ленточных конвейеров.

Цель лекционного занятия: изучение теорий специальных типов приводов ленточных конвейеров.

Ключевые слова: угол обхвата, схема приводов, прижимные ролики, привод, Эйлерово уравнение, теория трения, типы конвейеров, ленточные конвейеры, стальные канаты, однобарабанный привод, ленточно-цепные конвейеры.

Общие сведения.

С увеличением угла обхвата α при том же натяжении набегающей или сбегавшей ветви тяговая сила W_0 может возрасть.

Угол обхвата на однобарабанном приводе по схеме 1 (рис.1.8) составляет $220 - 230^\circ$, а по схеме 2 — от 270° до 290° . На двухбарабанном приводе без выносной головки по схеме 3 угол обхвата, равен сумме $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$ и составляет около 350° , с выносной головкой по схеме 4 — около 480° .

Для увеличения прижатия ленты к приводному барабану, а, следовательно, и увеличения силы трения между ними служат прижимные ролики, прижимаемые пружинами (схемы 5 и 6), либо короткая вспомогательная прижимная лента, натягиваемая грузом или винтами (схема 7). Прижимной может служить конвейерная лента, передающая прижимную силу через батарею роликов (привод системы Эйкгофф) – схема 8. Приведем теорию приводов этих систем.

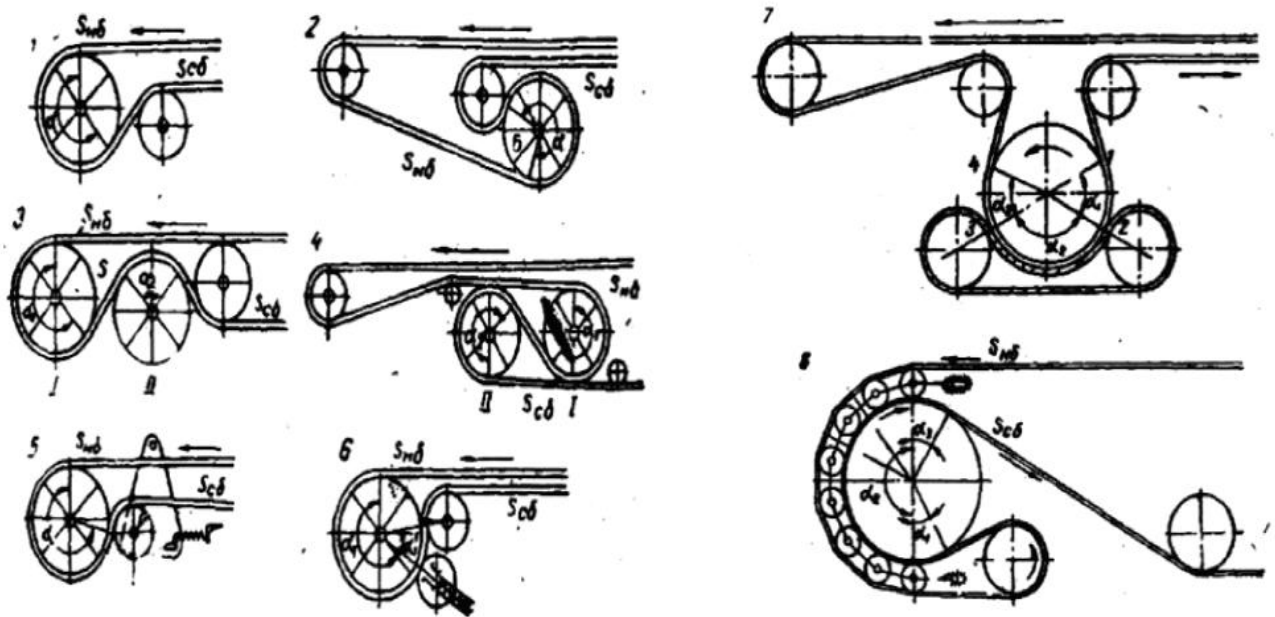


Рис. 1.8 Схемы привода ленточного конвейера:
1 — 2 — однобарабанные; 3 — 4 — двухбарабанные; 5, 6 — с прижимным роликом;
7 — с прижимной лентой

Привод с прижимным роликом. В приводе по схеме 5 на рис. 1.8 сила P , прижимающая ролик к приводному барабану, равна разности давления пружин и отжимающей силы натяжения ленты. При этом прижимной ролик является одновременно отклоняющим, и сила P действует в точке сбегания ленты с барабана.

Во втором случае (схема 6) прижимной ролик выполнен отдельно от отклоняющего и создает прижимающее усилие в промежуточной точке дуги обхвата.

Для уменьшения удельного давления на ленте в месте прижатия ролика его всегда покрывают толстым слоем особо эластичной технической резины.

Давление ролика с сосредоточенной силой P создает силу трения между лентой и барабаном $P\mu$. Поэтому для схемы 5 при тяговой силе, равной полной силе трения

$$S_{нб} = (S_{сб} + P\mu) \cdot \lambda^{\mu\alpha}; (1.2)$$

$$\begin{aligned} W_0 &= S_{нб} - S_{сб} = (S_{сб} + P\mu) \cdot \lambda^{\mu\alpha} - S_{сб} = \\ &= S_{сб}(\lambda^{\mu\alpha} - 1) + P\mu \cdot \lambda^{\mu\alpha} \end{aligned} (1.3)$$

или:

$$\begin{aligned}
W_0 &= S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{нб}} - \frac{S_{\text{нб}} - P_{\mu} \cdot \lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha}} = S_{\text{нб}} - \frac{S_{\text{нб}}}{\lambda^{\mu\alpha}} + P_{\mu} = \\
&= S_{\text{нб}} \left(1 - \frac{1}{\lambda^{\mu\alpha}} \right) + P_{\mu} = S_{\text{нб}} \left(\frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}} \right) + P_{\mu}.
\end{aligned} \quad (1.4)$$

Из уравнения (1.4) находим $S_{\text{нб}}$:

$$\begin{aligned}
S_{\text{нб}} &= \frac{W_0 - P_{\mu}}{\frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}} = \frac{(W_0 - P_{\mu}) \cdot \lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} = \\
&= W_0 \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} - P_{\mu} \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1}.
\end{aligned} \quad (1.5)$$

В целях сравнения приведем соответствующие параметры для обычного привода ленточного конвейера:

$$W_0 = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{сб}} (\lambda^{\mu\alpha} - 1) = S_{\text{нб}} \frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}, \quad (1.6)$$

$$\text{откуда} \quad S_{\text{нб}} = W_0 \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1}. \quad (1.7)$$

Если сравнить выражения (1.4) и (1.5) с выражениями (1.6) и (1.7) для обычного привода, то оказывается, что при наличии прижимного ролика при том же $S_{\text{нб}}$ тяговое усилие W_0 получается на величину P_{μ} больше, а при том же тяговом усилии $S_{\text{нб}}$ на величину $P_{\mu} \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1}$ меньше, чем при отсутствии прижимного ролика.

Для промежуточного положения прижимного ролика (схема б) тяговая сила находится из выражений:

$$S_{\text{нб}} = (S_{\text{сб}} \lambda^{\mu\alpha_1} + P_{\mu}) \cdot \lambda^{\mu\alpha_1} = S_{\text{сб}} \lambda^{\mu\alpha} + P_{\mu} \lambda^{\mu\alpha_1}; \quad (1.8)$$

$$W_0 = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{сб}} (\lambda^{\mu\alpha} - 1) + P_{\mu} \cdot \lambda^{\mu\alpha_1} \quad (1.9)$$

или

$$\begin{aligned}
W_0 &= S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{нб}} - \frac{S_{\text{нб}} - P_{\mu} \cdot \lambda^{\mu\alpha_1}}{\lambda^{\mu\alpha}} = \\
&= S_{\text{нб}} - \frac{S_{\text{нб}}}{\lambda^{\mu\alpha}} + \frac{P_{\mu} \cdot \lambda^{\mu\alpha_1}}{\lambda^{\mu\alpha}} = \\
&= S_{\text{нб}} \left(1 - \frac{1}{\lambda^{\mu\alpha}} \right) + \frac{P_{\mu}}{\frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha_1}}} = S_{\text{нб}} \frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}} + \frac{P_{\mu}}{\lambda^{\mu\alpha_1}},
\end{aligned} \quad (1.10)$$

т.е. при тех же $S_{нб}$ и P возрастание тяговой силы W_0 получается меньшим, чем в предыдущем случае, и притом уменьшается с возрастанием отмеряемого от точки сбега угла α'_1

Поэтому чем ближе расположен прижимной ролик к точке сбега ленты, тем выше эффективность его действия. Однако некоторым преимуществом этой схемы перед схемой 5 является отсутствие действия отжимающей силы на прижимной ролик пружин. т.е. тяговая сила может быть тем больше, чем меньше угол.

П р и в о д с п р и ж и м н о й л е н т о й. Если на приводе с прижимной лентой, как показано на схеме 7 (рис.1.8), углы обхвата барабана обеими лентами равны, то, полагая натяжение прижимной ленты S_a одинаковым на всех участках ее, имеем, что суммарная сила натяжения обеих лент на набегающей ветви равна $S_{нб} + S_a$, а на сбегающей $S_{сб} + S_a$.

Величиной этих суммарных сил определяется передаваемое окружное усилие, следовательно, Эйлера уравнение:

$$S_{нб} = S_{сб} \cdot \lambda^{\mu\alpha} \quad (1.11)$$

получает в данном случае вид:

$$S_{нб} + S_a = (S_{сб} + S_a) \cdot \lambda^{\mu\alpha}, \quad (1.12)$$

откуда

$$S_{нб} = S_{сб} \lambda^{\mu\alpha} + S_a (\lambda^{\mu\alpha} - 1). \quad (1.13)$$

$$\begin{aligned} W_0 &= S_{нб} - S_{сб} = (S_{сб} + S_a) \cdot (\lambda^{\mu\alpha} - 1) = \\ &= (S_{нб} + S_a) \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}, \end{aligned} \quad (1.14)$$

отсюда

$$S_{нб} = \frac{W_0 - S_a \frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} = W_0 \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} - S_a. \quad (1.15)$$

(i)

Если сравнить уравнения (1.14 и (1.15) с уравнениями (1.6) и (1.7), то оказывается, что при наличии прижимной ленты W_0 при том же $S_{нб}$ получается на $S_a(\lambda^{\mu\alpha} - 1)/\lambda^{\mu\alpha}$ больше, а $S_{нб}$ при том же W_0 — на величину S_a меньше, чем при отсутствии прижимной ленты. Ввиду некоторой громоздкости такие приводы применяются только на стационарных установках.

Выражение (1.12) может быть получено на основании общей теории трения гибких тел из следующего.

Отсечем в какой-либо точке на дуге обхвата элементарный угол $d\alpha$ (рис. 1.9). При вращении барабана в направлении, указанном стрелкой, на соответственный отрезок конвейерной ленты действует справа сила S и слева $-S + dS$, причем приращение натяжения конвейерной ленты dS равно силе трения этой ленты о барабан на дуге угла $d\alpha$. На отрезок прижимной ленты, находящейся под постоянным натяжением действует сила S_a слева и справа.

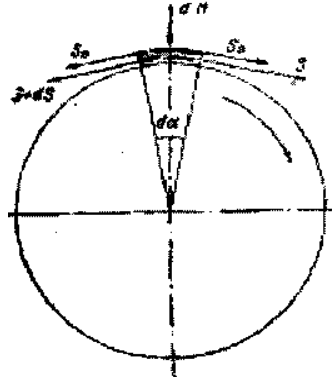


Рис.1.9 К теории привода с прижимной лентой

Проектируя на вертикаль все силы, действующие на отрезке обеих лент, пренебрегая бесконечно - малыми второго порядка и полагая

$$\sin \frac{d\alpha}{2} = \frac{d\alpha}{2}$$

находим силу прижатия

$$\begin{aligned} dN &= (2S + dS + 2S_a) \cdot \sin \frac{d\alpha}{2} \cong \\ &\cong (S + S_a) \cdot 2\sin \frac{d\alpha}{2} = (S + S_a) \cdot d\alpha \end{aligned} \quad (1.16)$$

$$\text{отсюда} \quad \mu dN = dS = (S + S_a) \cdot \mu \cdot d\alpha \quad (1.17)$$

$$\text{или} \quad \frac{dS}{S + S_a} = \mu \cdot d\alpha. \quad (1.18)$$

Интегрируя по дуге обхвата α для случая полного использования тяговой силы находим

$$\int_{S_{сб}}^{S_{нб}} \frac{dS}{S + S_a} = \int_0^a \mu \cdot d\alpha; \quad (1.19)$$

$$\ln (S_{нб} + S_a) - \ln \cdot (S_{сб} + S_a) = \mu \alpha ; \quad (1.20)$$

$$\frac{S_{нб} + S_a}{S_{сб} + S_a} = \lambda^{\mu \alpha} . \quad (1.21)$$

При $S_a = 0$ предыдущее выражение обращается в известную формулу Эйлера (1.11).

Полагая натяжение прижимной ленты S_α одинаковым на всех ее участках, имеем:

$$S_1 = S_{сб} ; \quad (1.22)$$

$$S_2 = S_1 \cdot \lambda^{\mu \alpha_1} ; \quad (1.23)$$

$$S_3 + S_\alpha = (S_2 + S_\alpha) \cdot \lambda^{\mu \alpha_2} ; \quad (1.24)$$

$$S_3 = S_2 \lambda^{\mu \alpha_2} \cdot S_\alpha (\lambda^{\mu \alpha_2} - 1) ; \quad (1.25)$$

$$S_4 = S_3 \lambda^{\mu \alpha_3} = S_1 \lambda^{\mu \alpha} + S_\alpha (\lambda^{\mu \alpha_2} - 1) \lambda^{\mu \alpha_3} = S_{нб} . \quad (1.26)$$

Для однобарабанного привода с прижимной лентой тяговое усилие будет равно:

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} = S_{сб} \cdot (\lambda^{\mu \alpha_1} - 1) + S_\alpha (\lambda^{\mu \alpha_2} - 1) \cdot \lambda^{\mu \alpha_2} . \quad (1.27)$$

$$\text{При } \alpha_2 = \alpha_3 \alpha_1 = \alpha_3 = 0 \quad W_0 = (S_{сб} + S_\alpha)(\lambda^{\mu \alpha} - 1). \quad (1.28)$$

Привод с прижимной конвейерной лентой (схема 8).

Для привода с прижимной конвейерной лентой тяговое усилие

$$W_0 = S_{нб} - S_{сб} = S_{сб} \left(\frac{\lambda^{\mu \alpha}}{1 + \lambda^{\mu \alpha_3} - \lambda^{\mu \alpha_1}} - 1 \right), \quad (1.29)$$

а отношение

$$\frac{S_{нб}}{S_{сб}} = \frac{\lambda^{\mu \alpha}}{1 + \lambda^{\mu \alpha_3} - \lambda^{\mu \alpha_1}} . \quad (1.30)$$

Специальные типы ленточных конвейеров

К специальным типам ленточных конвейеров относятся конвейеры для больших углов наклона (крутонаклонные конвейеры), ленточно-канатные и ленточно-цепные конвейеры, в том числе конвейеры с изогнутой продольной осью (со складчатой лентой) с минимальным радиусом изгиба в горизонтальной плоскости - 10 м.

а). Конвейеры для больших углов наклона

Известно, что обычные ленточные конвейеры с гладкой прорезиненной лентой могут транспортировать насыпной груз при углах наклона до 18° .

Для повышения угла наклона конвейеров применяют ленты с гофрированными бортами из мягкой резины и с привулканизированными поперечными ребрами или ленты с привулканизированными парными перепонками, смыкающимися при принятии лентой лотковой формы на наклонных опорных роликах, допускающие углы наклона до $20-30^{\circ}$; ленты с повышенной лотковостью за счет установки боковых опорных роликов с углами наклона до $100^{\circ}-110^{\circ}$, допускающей угол наклона конвейера до 25° ; обычные ленточные конвейеры с дополнительной прижимной лентой для удержания насыпного груза – до $35 - 40^{\circ}$; система Flexowell – Pocketlift для крутонаклонной и вертикальной транспортировки насыпных грузов.

В связи со сложностью поддержания обратной ветви, ленты первой группы (ребристые) применяются на практике в ограниченном количестве.

Конвейерная система Flexowell – Pocketlift (рис 1.10) разработана специально для крутонаклонной и вертикальной транспортировки насыпных грузов на высоту до 400м с горизонтальными или наклонными секциями загрузки и разгрузки.

Две металлотросовые ленты, левая и правая, ширина установки которых сравнима со свободной поперечной шириной лент Flexowell, соединяются между собой мощными поперечинами треугольного сечения. Обе ленты при этом выполняют только силовую функцию.

Транспортируемый материал подается в ковши, прикрепленные болтами к стальным усиленным поперечинам. Эти поперечины выполняют также и направляющую функцию, что придает конструкции жесткость и устраняет возможность перекоса.

Форма ковшей позволяет обойтись без шарнирных соединений. В ковшах осуществляется транспортировка материала с производительностью до $1200 \text{ м}^3/\text{час}$ (в стадии разработки находятся системы с производительностью до $6000 \text{ м}^3/\text{час}$). Внедрение этих систем позволяет открывать новые возможности в открытой и подземной разработке месторождений полезных ископаемых, разработке карьеров и проходке тоннелей.

О крутонаклонных конвейерах с прижимной лентой подробнее остановимся ниже (п 2.1.1).

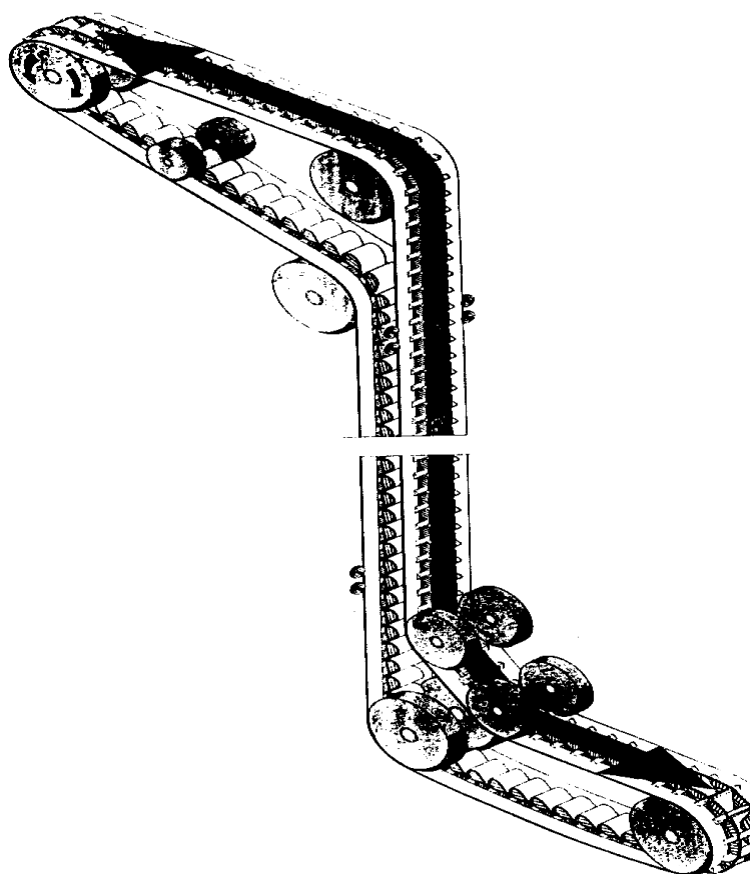


Рис 1.10. Конвейерная система
Flexowell – Pocketlift

Для горной промышленности на современном этапе характерно строительство крупных шахт и карьеров с большими грузопотоками, для которых целесообразно применять конвейеры даже при значительных расстояниях транспортирования. В связи с этим возрастает потребность в конвейерах большой длины с лентами высокой прочности.

Специальные конструкции лент (например, с основой из стальных тросов) весьма дороги; кроме того, в них сочетаются относительно малопрочный резиновый покров и долговечная основа из стальных канатов. Поэтому, наряду с разработкой мощных ленточных конвейеров на базе высокопрочных лент, возникла необходимость создания ленточных конвейеров с разделением функций между тяговым и несущим органами с тем, чтобы использовать в конвейере относительно дешевые и доступные тяговые органы (канаты и цепи) в сочетании с легкой несущей поверхностью - прорезиненной лентой с небольшим числом прокладок.

Достоинства стальных канатов как тяговых органов (высокая прочность, небольшой вес, сравнительно низкая стоимость) постоянно привлекают внимание конструкторов, проектирующих горные транспортные машины.

Предложено много конструкций ленточно-канатных конвейеров, которые по способу соединения ленты с канатом разделяют: а) с глухим

соединением (зажимы, муфты, гильзы); б) с управляемыми захватами, отключающими канат от ленты при подходе к приводной и натяжной станциям и включающими после схода каната с них; в) с лентой, свободно лежащей на канатах, приводимой в движение трением.

Каждой из указанных групп конвейеров свойственны некоторые черты. Так, например, в конвейерах первой группы лента и канаты должны иметь общее натяжное устройство, что при разной вытяжке ленты и каната затрудняет их эксплуатацию; кроме того, узлы крепления образуют на канате выступы, которые усложняют конструкцию ведущих шкивов. Предложенные конвейеры с управляемыми захватами имеют сложную конструкцию и не получили практического применения.

Наиболее многочисленную группу составляют конвейеры с лентой, свободно лежащей на канатах и приводимой в движение силой трения о канат. На рис.1.11 показаны две схемы ленточно - канатных конвейеров с лентой, опирающейся на одну или несколько ветвей каната. В конвейерах первого типа (рис. 1.11, а) на канаты передается весь вес ленты и груза, а в конвейерах второго типа (рис. 1.11, б) только часть веса, поэтому в них для увеличения силы трения к ленте прикреплены башмаки с клиновидным желобом.

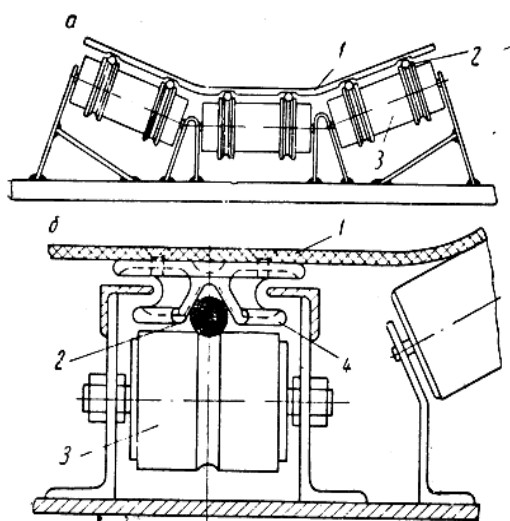


Рис. 1.11. Схемы ленточно - канатных конвейеров с обычной прорезиненной лентой:
а - многоканатный; б – одноканатный; 1- лента; 2 -канат; 3 - опорный ролик; 4 -башмак.

Широкое практическое применение получили конвейеры, в которых канаты образуют два параллельных, замкнутых в вертикальной плоскости контура, а лента специальной конструкции с утолщенными кромками, которые имеют продольные канавки, опирается на канаты.

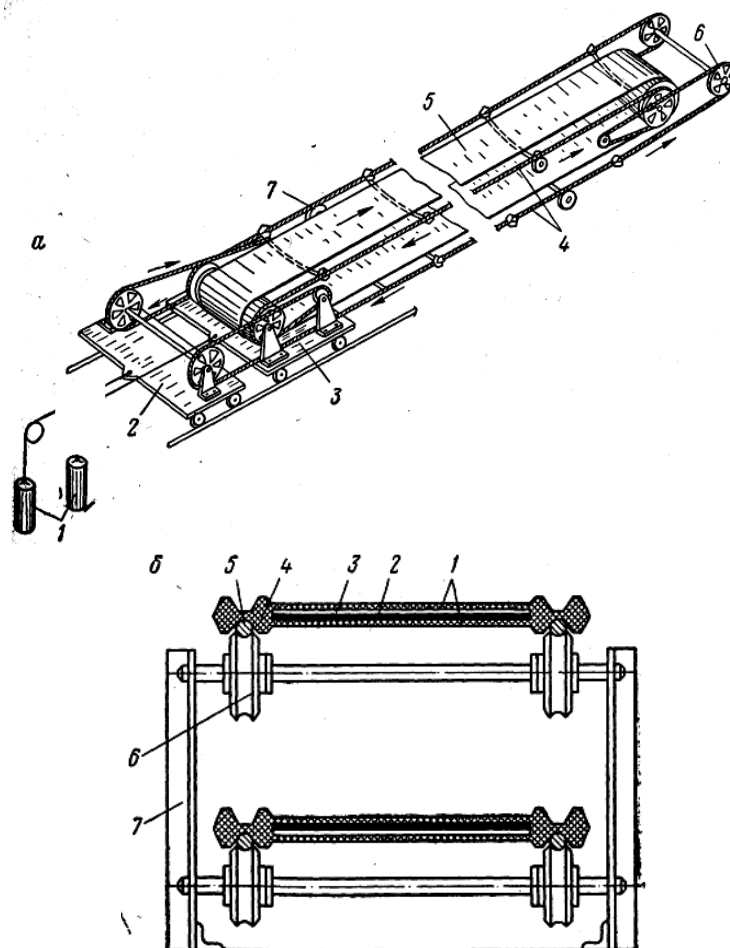


Рис.1.12. Ленточно-канатный конвейер;
а-общая схема; б-поперечное сечение

Такой конвейер (рис. 1.12, а) состоит из ленты 5, канатов 4, приводного устройства 6, натяжных тележек 2, 3, натяжных грузов 1 и поддерживающих конструкций 7. Функцию грузонесущего органа выполняет лента, тягового – канат.

Лента имеет обкладки 1 (рис.1.12, б), тканевые прокладки 2 и металлические полосы 3, заделываемые в ленту на расстоянии около 0,5 м для создания поперечной жесткости. Утолщенными частями 4 лента опирается на канаты 5, поддерживаемые роликами 6, которые укрепляются на стойках 7. Канаты имеют диаметр до 35 мм.

Натяжное устройство, обособленное для канатов и для ленты. В качестве натяжных устройств используются грузовые или автоматические натяжные станции. Поддерживающие конструкции представляют собой ряд стоек 7 (рис.1.12, б) с укрепленными на них поддерживающими шкивами для верхней и нижней ветви каната.

Производительность до 300 - 400 т/ч; угол наклона (по условию сцепления ленты с канатом) до 12° .

О применении канатно – ленточных конвейеров см. также п 2.2.

в). Ленточно - цепные конвейеры.

Схема ленточно-цепного конвейера аналогична схеме ленточно-канатного, но вместо канатов тяговым органом у них является одна или две цепи. Положительное свойство цепей - возможность использовать звездочки малого диаметра, что позволяет иметь компактный привод, а также более удобное крепление к цепи соединительных деталей. Кроме того, использование цепей позволяет легко устанавливать промежуточные приводы.

Движение ленте передается либо трением (рис 1.13, а), либо механическими (рис 1.13, б). Цепи применяют как пластинчатые, так и круглозвенные. Число прокладок в ленте определяется требованиями не механической прочности, а жесткости продольном и поперечном направлениях и составляет две-три. Приводные станции аналогичны станциям пластинчатого конвейера. На концевых станциях кроме звездочек монтируют барабаны, свободно огибаемые лентой. При жестком креплении ленты к цепям применяют единое натяжное устройство для цепи и ленты. При сцеплении ленты с цепью трением (со свободно лежащей лентой – 1,13, а) применяют обособленные натяжные устройства для ленты и цепи.

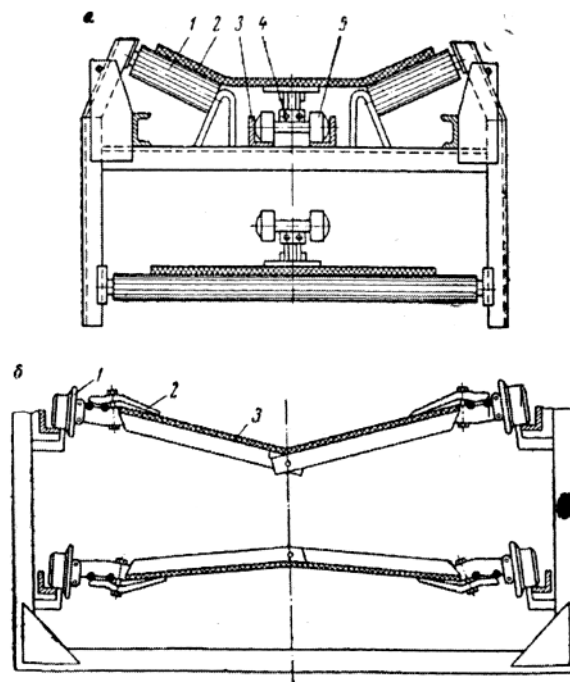


Рис.1.13. Ленточно - цепные конвейеры:

а - сечение конвейера со свободно лежащей лентой;

1 - роlikоопора; 2 - лента;

3 - направляющая; 4 - цепь;

5 - ходовые ролики несущей тележки;

б - сечение конвейера с жестким креплением ленты к цепи;

1 - цепь с роliками; 2 - зажимы; 3 - лента.

В конвейере со свободно лежащей лентой на рабочей ветви лента 2 частично опирается на боковые ролики 1, а основная часть веса ленты и груза приходится на тарельчатые пластины, укрепленные на тяговой цепи 4. Цепь выполнена с ходовыми роliками 5, движущимися по направляющим 3.

Порожняя ветвь поддерживается опорными роликами, а цепь опирается на ленту. Тяговое усилие передается пластинами трением по всей длине ленты. Для увеличения силы трения пластины футеруют резиной.

Производительность до 200 - 500 т/ч. Длина одной установки практически не ограничена (за счет применения промежуточных приводов). Угол наклона при обычных лентах 10 - 18°, для лент специальных типов (гофрированных) до 35-40°. При жестком креплении гофрированной ленты к цепи конвейер может изгибаться в горизонтальной плоскости.

ЛЕКЦИЯ №5. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК.

План:

- 1. Крутонаклонный конвейер КНК 270 для Навоийского ГМК.**
- 2. Специальные конструкции транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров.**
- 3. Крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой.**

Цель лекционного занятия: *обучить студентов специальным конструкциям транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров, изучение машин и оборудования для открытых разработок.*

Ключевые слова: *лента, конвейер, конструкция, прижимная лента, циклично-поточные технологии, работоспособность, экономичность КНК, принципиальная схема КНК, угол транспортирования, высота подъема, характеристика КНК, крутонаклонные конвейеры.*

Крутонаклонный конвейер КНК 270 для Навоийского ГМК.

Начиная с 1980-х годов на карьере «Мурунтау» Навоийского ГМК (Узбекистан) успешно используется циклично-поточная технология транспортирования полезных ископаемых (ЦПТ), включающая в себя две линии стандартных конвейеров с небольшим углом наклона (15°), расположенных в траншее. При использовании ЦПТ улучшились технико-экономические показатели карьера: «значительно сократилось расстояние перевозок и высота подъема горной массы автотранспортом» [1].

Член-корр. АН СССР А.О. Спиваковский и проф. М.Г. Потапов доказали, что «наиболее экономичным видом транспорта для глубоких карьеров является конвейерный транспорт». Применение ЦПТ позволяет снизить стоимость транспортирования горной массы, т. к. известно, что при углублении карьера на каждые 100 м затраты на транспорт возрастают при использовании автомобилей в 1.5 раза, а конвейеров – только на 5–6%.

В конце 2009 г. ЗАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (ЗАО «НКМЗ») завершил изготовление и отгрузку уникального крутонаклонного конвейера с прижимной лентой (КНК-270) для Навоийского ГМК.

Потребность в создании крутонаклонного подъема на карьере «Мурунтау» возникла в связи с достижением запредельной (нерентабельной) для автотранспорта высоты подъема (более 550 м) и планами углубления карьера до 1000 м. По мнению экспертов, предел транспортирования полезного ископаемого автотранспортом составляет несколько километров, в то время как на карьере «Мурунтау» длина транспортирования превысила этот показатель в несколько раз. Кроме того, из-за постоянного увеличения глубины дальнейшее развитие карьера ограничено в связи с сокращением размеров его рабочей площади в рудной зоне и роста объемов горно-

капитальных работ. Для поддержания хотя бы необходимой производительности требуется разносить борта, что вряд ли возможно, т. к. северный и западный борта не могут быть отработаны, на восточном установлен перегрузочный пункт, а на южном – комплекс ЦПТ.

Поэтому Навоийским ГМК было принято решение о строительстве ЦПТ с крутонаклонным конвейерным подъемом в северо-восточной части карьера «Мурунтау», что позволит освободить его южный борт. Крутонаклонный подъем планируется осуществить применением крутонаклонного конвейера с прижимной лентой (КНК-270), высота подъема полезного ископаемого, которым составит 270 м, с последующей возможностью установки ниже еще одного крутонаклонного конвейера с высотой подъема 180 м (КНК-180). Необходимо отметить, что на карьере уже функционирует крутонаклонный конвейер с прижимной лентой высотой подъема 30 м (КНК-30), изготовленный ОАО «Азовмаш» (Мариуполь) и эксплуатировавшийся в качестве перегружателя на южном борту в комплексе ЦПТ. Этот конвейер показал в целом хорошую работоспособность и перспективность применения конвейеров этого типа. Краткие технические характеристики КНК-270, транспортируемой горной массы и условий эксплуатации:

техническая производительность

по массе	3500 т/ч
по объему	2000 м ³ /ч
эксплуатационная производительность	
суточная	до 53.5 тыс. т
годовая	16 млн т
высота подъема	270 м
угол наклона крутонаклонной части	37°
ширина лент	2000 мм
скорость лент	3.15 м/с
установленная мощность приводов	5040 (630D8) кВт
подводимое напряжение	6000 В
гранулометрический состав транспортируемых скальных пород	
.....	0–300 мм (60%)
.....	300–1200 мм (38.5%)
.....	более 1200 мм (1.5%)
размер кусков после дробления	не более 300 мм
плотность в целике	2.6 т/м ³
насыпная плотность	1.75 т/м ³
предел прочности на сжатие	до 250 МПа
максимально допустимая скорость ветра	25 м/с
среднегодовое количество осадков	129 мм

Специальные конструкции транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров.

При циклично – поточной технологии одним из возможных и перспективных направлений развития конвейерного транспорта на горных предприятиях является использование в конвейерных линиях крутонаклонных конвейеров (КНК) с прижимной лентой.

Работоспособность и экономичность КНК доказана в настоящее время длительным опытом эксплуатации этих конвейеров при транспортировании различных грузов: угля, медных и железных руд, известняка, фосфатов, клинкера и других, прежде всего — на предприятиях США и других зарубежных стран. Перспективность применения КНК в ЦПТ на горных предприятиях стран СНГ обоснована технико-экономическими показателями и технологическими проектными проработками многих авторитетных коллективов специалистов. Однако перспективы внедрения и применения КНК на горных предприятиях определяются также надежностью и качеством технических решений, реализованных при разработке и производстве КНК. Принципиальная схема КНК показана на рис. 2.1. Загрузка конвейера производится через стандартное устройство 5 на слабонаклонном или горизонтальном участке грузонесущего контура. Грузонесущая лента 1 транспортирует груз до переходного участка 6, где груз прижимается сверху прижимной лентой 2. На крутонаклонном участке 7 груз между лентами дополнительно зажимается специальными прижимными устройствами 3. На заданной высоте подъема прижимная лента снимается и груз перегружается на другое устройство. По сути, крутонаклонный конвейер с прижимной лентой состоит из двух стандартных конвейеров, образующих два ленточных контура. Приводы 4 имеются на обоих контурах и устанавливаются у разгрузочного участка 8. Два стандартных привода двух ленточных контуров дают возможность создания мощных КНК высокой производительности.

Известно большое число научных и проектных работ по созданию КНК с прижимной лентой и попыток его воплощения в металле. Отметим в качестве примеров некоторые из них.

УкрНИИ проектом был создан конвейер 2КЛК-2 с прижимной лентой и прижимными катками производительностью 250 т/ч. Он успешно работал на шахте № 5 «Великомостовская», транспортируя уголь на склад (на поверхности). Допустимая крупность кусков составляла 200 мм.

Крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой.

Фирма Krupp создала крутонаклонный конвейер для перемещения угля производительностью 1200 т/ч, с лентой шириной 1000 мм и скоростью движения 4 м/с. Такого типа конвейер производительностью 7000 т/ч при ширине ленты 2600 мм и скорости ее движения 5 м/с был установлен под углом 36° на приемной стреле роторного экскаватора той же фирмы.

Однако до последнего времени единственным успешным

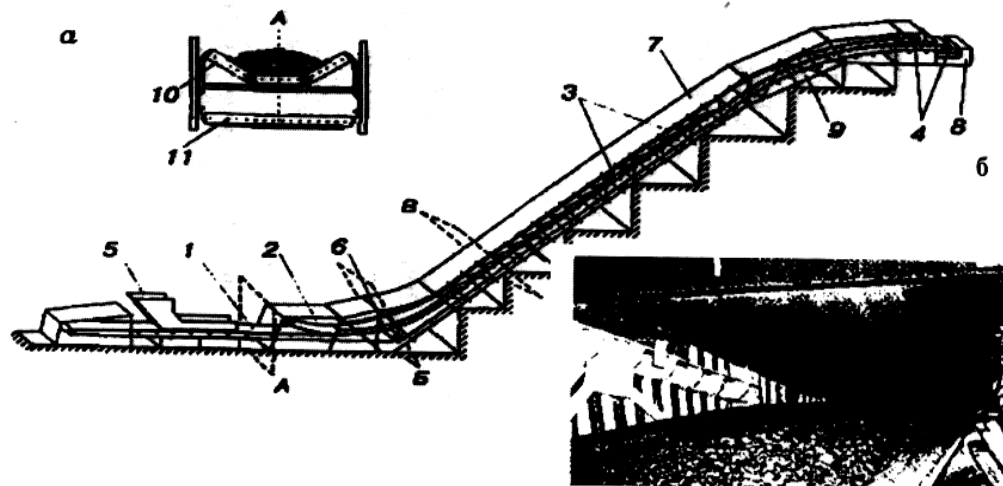


Рис.2.1. Принципиальная схема крутонаклонного конвейера с прижимной лентой (а) и участок наложения прижимной ленты на груз (б):
 1,2 — грузонесущая и прижимная ленты; 3 — прижимные устройства; 4 — приводные устройства;
 5 - загрузочное устройство; 6,9 — нижний и верхний переходные участки; 7,8 — крутонаклонный и разгрузочный участки; 10, 11 — грузонесущие и порожние роlikоопоры;

производителем КНК с прижимной лентой различных конфигураций была фирма Continental Conveyor & Equipment Company (Винфилд, шт. Алабама, США). По информации фирмы, с 1984 по 2001 г. включительно было

изготовлено более 100 конвейеров для подъема различных грузов.

Угол транспортирования изменяется от 30 до 90°, причем вертикально работает около 30 % конвейеров. Скорость движения лент - до 5,3 м/с. ширина лент - до 2134 мм. Конвейеры имеют широкий диапазон производительности - от нескольких десятков до 4250 т/ч. Фирма считает возможным создать конвейер производительностью до 15000 т/ч с шириной лент до 3 м.

В таблице 2.1 приведены характеристики наиболее производительных и мощных КНК с прижимной лентой для карьеров.

У конвейера, эксплуатировавшегося длительное время на медном руднике Majdanpek (Югославия), фактическая средняя ежегодная производительность за 1993-1995 гг. составила свыше 5 млн. т. [26]. По результатам эксплуатации КНК на карьере Majdanpek установлено, что тканевые ленты эксплуатировались до замены 1,5 года (в 1995 г. прижимная лента была заменена после наработки 12233 ч и транспортирования 13,5 млн т руды), в то время как расчетное время составляло 6 мес.

По данным специалистов компании, в результате перехода на ЦПТ в течение четырех лет удалось отказаться от необходимости увеличения грузового автопарка в 3 раза и сократить благодаря использованию конвейерной линии с КНК длину транспортирования на 3,5 км при обеспечении непрерывности грузопотока и улучшении безопасности. Ежегодная экономия составила в среднем 12 млн долл. Следует заметить также, что эти результаты были получены при отсутствии опыта эксплуатации таких

конвейеров в мире и при доводке КНК в процессе его работы. По мере накопления опыта надежность оборудования комплекса повышалась.

Таблица 2.1

Характеристики КНК с прижимной лентой

№ п/п	Место эксплуатации	Год ввода в эксплуатацию	Транспортируемый материал	Плотность, γ , т/м ³	Производительность, т/ч
1	Majdanpek Mine (Югославия)	1992	Медная руда	2,08	4000
2	Beth Energy (США)	1991	Чистый уголь	0,8	726
3	Island Creek (США)	1992	Отходы угля	1,28	454
4	Cementos Veracruz (Мексика)	1992	Горячий клинкер	1,36	715
5	Montague Sys (США)	1993	Каменный уголь	0,88	1950
6	Turris Coal Co (США)	1993	Каменный уголь	0,88	1361
7	Perini (Южная Африка)	1993	Вскрыша	1,1-1,3	1266
8	Colver Pwr Plant (США)	1994	Каменный уголь	1,12	260
9	Qualitech Steel (США)	1998	Железная руда	2,2	180
10	Terra Nova (Мексика)	2000	Медная руда		2500

Продолжение табл 2.1

№ п/п	Место эксплуатации	Угол транспортирования, градус	Высота подъема, м	Длина, м	Ширина ленты, мм	Скорость движения ленты, м/сек	Мощность приводов лент, кВт: прижимной / грузонесущей / суммарная
1	Majdanpek Mine (Югославия)	35,5	93,5	173,7	2000	2,8	450 / 900 / 1350
2	Beth Energy (США)	90	76,2	90,2	1372	2,8	112 / 112 / 224
3	Island Creek (США)	до 41	174,8	454,2	914	2,3	186 / 186 / 372
4	Cementos Veracruz (Мексика)	35	41,3	198,9	1219	1,7	56 / 112 / 168
5	Montague Sys (США)	57	59,4	90,8	1829	3,7	186 / 298 / 484
6	Turris Coal Co (США)	90	102,0	113,0	1524	4,6	298 / 298 / 596
7	Perini (Южная Африка)	90	70,1	83,8	1372	3,6	186 / 186 / 372
8	Colver Pwr Plant (США)	до 60	48,5	75,0	762	2,3	30 / 37,3 / 67,3
9	Qualitech Steel (США)	68	67,6	91	914	1,2	37 / 37 / 74
10	Terra Nova (Мексика)	35	34	79	1524	2,66	255 / 255 / 510

КНК позволяют располагать их под углами откосов бортов карьеров и сочетать наклонные участки конвейерной трассы с пологими без перегрузочных устройств. Угол наклона конвейерной линии может изменяться по длине трассы вплоть до 90°С. Все это позволяет транспортировать горную массу по кратчайшим расстояниям, существенно сократив длину конвейерных линий по сравнению со стандартными конвейерами, и свести до минимума горно-капитальные работы, отказавшись от прокладки на карьерах специальных траншей и проходки стволов.

В зависимости от профиля борта карьера или технологической необходимости, КНК может располагаться на мачтовых опорах со значительными расстояниями.

Высота подъема груза одним КНК определяется суммарной прочностью двух выбранных лент и достигает при использовании тканевых лент 150 м, резинотросовых - 350 м. Для снижения затрат на ленты, стоимость которых достигает 50-60 % общей стоимости конвейера, при подъеме груза из глубоких карьеров на большую высоту выгоднее применять вместо одного длинного конвейера с резинотросовыми лентами два и более коротких конвейера (конвейерных модуля), оборудованных более дешевыми тканевыми лентами с высотой подъема груза порядка 100 м. При этом в связи с уменьшением тяговых усилий потребуются менее сложные инженерные сооружения на бортах карьера (приводные станции и др.). Суммарная длина прижимной и грузонесущей лент конвейера становится меньше длины ленты стандартного конвейера уже при угле подъема свыше 40° и одинаковой высоте подъема.

ЛЕКЦИЯ №6 АВТОМОБИЛЬНЫЕ КАРЬЕРНЫЕ ПОДЪЕМНИКИ.

План:

1. Общие сведения.
2. Автомобильные карьерные подъемники.

Цель лекционного занятия: *изучение автомобильных карьерных подъемников.*

Ключевые слова: *система подъема, тяговый расчет, расчетная схема, условие равновесия, скорость передвижения, автомобиль, карьерный подъемник, колесо тележки, подвижной состав, автомобиль-самосвал.*

Общие сведения.

В последние годы усилия многих специалистов - горняков направлены на решение острой проблемы открытых горных работ, связанной с выдачей горной массы на поверхность из глубоких карьеров. При глубине карьера 300 м и более применение автотранспорта становится экономически нецелесообразным и экологически опасным. Использование конвейерных подъемников на борту карьера в принципе решает эту проблему. Однако сооружение таких подъемников требует больших капитальных затрат, и строительство его (вместе с дробильно-перегрузочными узлами) занимает несколько лет. Кроме того, практически не решена такая важная задача, как обеспечение нормального функционирования карьера в период переноса дробильно - перегрузочного узла подъемника на новые горизонты по мере углубки карьера.

Необходимо искать альтернативные пути решения этой проблемы, в частности, с использованием автомобильных подъемников или контактных груженых думпкаров. Актуальность решения проблемы подъема груженых автомобилей-самосвалов на борт карьера подтверждается также рядом публикаций на эту тему за последние годы. По одному из вариантов подъемник выполнен в виде перемещаемых по наклонным рельсовым путям косяковых тележек, на одной из которых размещается подвижной состав (или автосамосвал), а другая выполняет роль противовеса. В качестве привода использована многоканатная подъемная машина со шкивами трения. По другому варианту груженные и порожние автомобили - самосвалы подцепляются с помощью специальных сцепных устройств к бесконечному тяговому канату с приводом от шкива трения и перемещаются своим ходом по наклонным путям.

Автомобильные карьерные подъемники.

С целью упрощения и удешевления системы подъема, снижения материало- и энергоемкости, обеспечения возможности одновременного подъема и спуска автомобилей-самосвалов, ускорения ввода системы подъема в эксплуатацию предложен третий вариант, суть которого заключается в следующем.

Система подъема (рис.2.2) состоит из двух тележек на колесном ходу 1,2 с возможностью размещения на них соответственно груженого 3 и порожнего 4 автомобилей-самосвалов. При этом самосвалы могут размещаться как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно тележек. Тележки установлены на наклонных рельсовых путях 5, 6 под углом β к горизонту.

В прорезях горизонтально ориентированного настила 7 каждой тележки размещены на двух параллельных осях 9, 10, перпендикулярных продольной оси 8 самосвала, и с зазором друг к другу колеса с эластичными покрытиями 11, 12 с возможностью опирания на них приводных 13 или не приводных 14 колес автомобиля-самосвала 3 или 4. Оси 9, 10 выполнены разрезными 15, установлены в подшипниках 16 рам тележек 1, 2 и кинематически, посредством валов 17 и 18 с коническими парами 19, 20 и цилиндрическими зубчатыми парами 21, 22, связаны с приводными блоками 23, 24, огибаемыми канатом 25 и установленными с возможностью вращения на одной неподвижной оси 26. При этом вал 17 кинематически связывает ось 9 с нечетными приводными блоками 23, а вал 18 — ось 10 с четными приводными блоками 24; сами валы размещены с противоположных сторон от осей 9 и 10 с колесами 11 и 12. Канат 25 замкнут на оборотных блоках 27, 28, 29, установленных на раме 30, закрепленной на борту 31 карьера. Там же закреплены и свободные концы 32 и 33 каната 25.

Таким образом, обе тележки оказываются кинематически связанными между собой через размещенный на борту карьера центральный блок 28 системой из двукратных полиспастов. Кратность полиспастов выбирается в зависимости от грузоподъемности перемещаемых автомобилей-самосвалов. Как показали результаты исследований, оптимальной является система подъема с четырехкратными полиспастами. При этом приводные блоки 23, 24 могут быть одно- и многожелобчатыми (например, двухжелобчатыми); 34 — горизонт карьера, с которого осуществляется подъем груженых самосвалов; 35, 36 — упоры для тележек в нижнем и верхнем положениях.

Система подъема - спуска автомобилей - самосвалов действует следующим образом. На тележку 1, находящуюся в крайнем нижнем положении, въезжает груженный автомобиль - самосвал таким образом, что после остановки его ведущие колеса 13 оказываются на колесах 11 и 12 тележки 1. После этого на тележку 2, находящуюся в крайнем верхнем

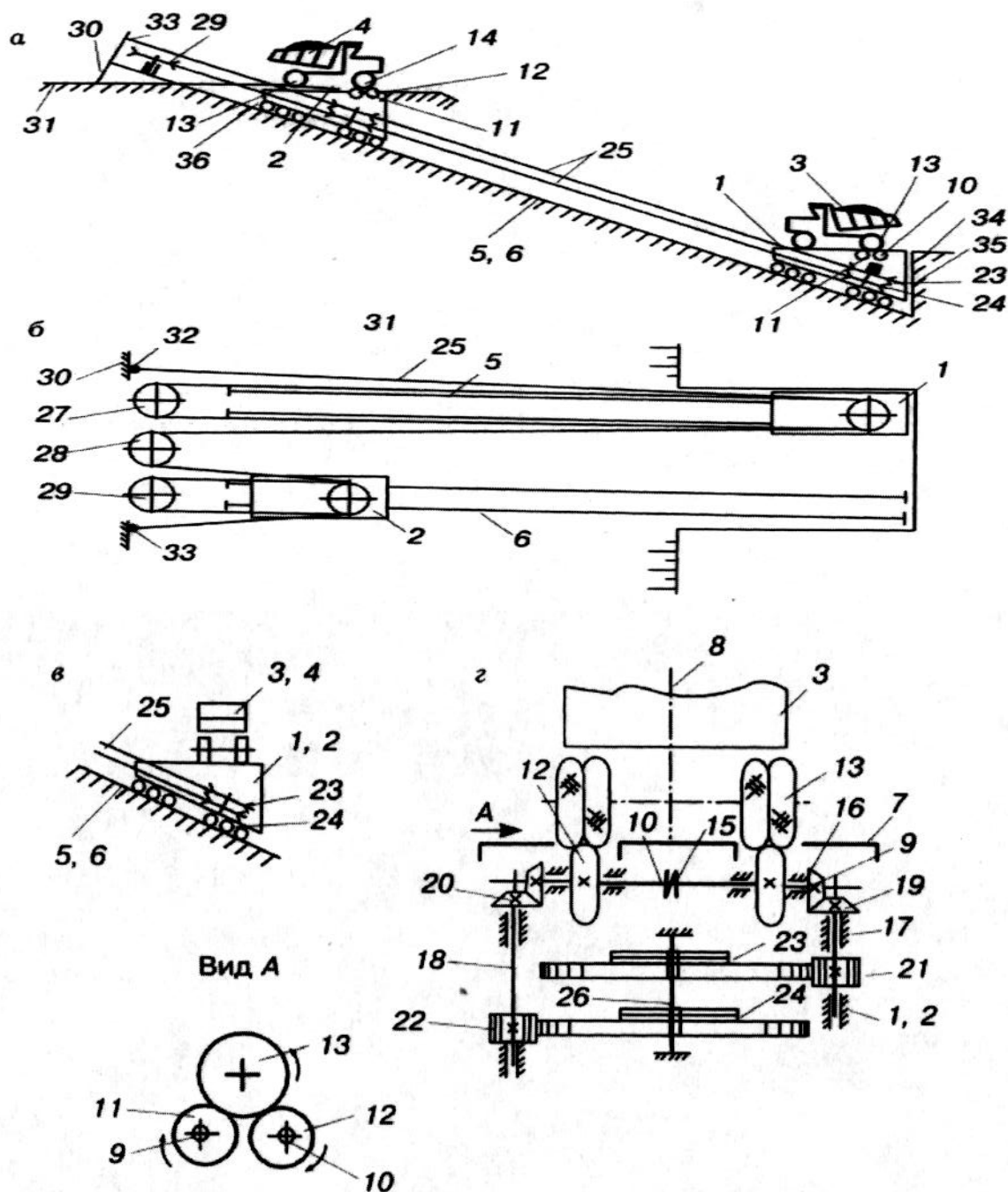


Рис.2.2. Система подъема автомобилей-самосвалов на борт карьера и их спуска в карьер:
 а — вид сбоку, с продольным размещением самосвала на тележке;
 б — план; в — вариант поперечного размещения самосвала на тележке;
 г — кинематическая схема привода канатных блоков

положении, въезжает порожний самосвал. Его передние (несведущие) колеса 14 могут также размещаться на колесах 11, 12 тележки 2. Далее водитель самосвала 3 включает ведущие колеса.

При вращении ведущих колес 13 крутящий момент от них передается на колеса 11, 12, оси 9, 10, конические зубчатые пары 19, 20, валы 17, 18, цилиндрические зубчатые пары 21, 22, которые жестко связаны с блоками 23 и 24, поэтому последние начнут вращаться в противоположных направлениях, взаимодействуя с соответствующими ветвями каната 25.

При вращении блоков 23 и 24 и их взаимодействии с канатом 25 нижняя тележка 1 с груженым самосвалом начнет подниматься вверх по рельсовому пути 5, а верхняя тележка 2 с порожним самосвалом — спускаться вниз по рельсовому пути 6, пока обе тележки не достигнут своих крайних положений: тележка 1 — упора 36 на борту 31 карьера, а тележка 2 — упора 35 на соответствующем горизонте 34 карьера.

Далее цикл повторяется, но подъем груженого самосвала осуществляется уже на тележке 2, а спуск порожнего — на тележке 1. В этом случае при спуске порожнего самосвала при опирании его передних колес 14 на колеса 11, 12 тележки 1 или 2 от вращающихся блоков 23, 24 неведущие колеса 14 самосвала 4 также вращаются. Сигналы водителям груженого и порожнего самосвалов могут подаваться от установленных сверху и внизу светофоров с дублированием их, например, сиренами.

Таким образом, подъем автомобилей - самосвалов на борт карьера осуществляется без применения специальной подъемной машины посредством работы тяговых двигателей самих поднимаемых самосвалов. При этом спускаемые в карьер самосвалы вместе с тележкой выполняют функцию противовеса.

Система подъема с двумя автомобилями-самосвалами, одновременно размещаемыми на каждой тележке, выполняется аналогично описанной для подъема одиночных машин.

Тяговый расчет системы подъема имеет свои особенности (рис.2.3). Вначале определяется натяжение каната в набегающей ветви опускающейся тележки

$$S_1' = W_1 \eta_{\sigma}^{i_n-1} (1 - \eta_{\sigma}) \cdot (1 - \eta_{\sigma}^{i_n})^{-1}, \quad (2.1)$$

где w_1 — сопротивление движению тележки с порожними самосвалами, кН;

η_{σ} — КПД отклоняющих блоков;

i_n — кратность полиспастной подвески тележки.

Натяжение ветвей каната поднимающейся (с груженым самосвалом) тележки может быть найдено из уравнения равновесия системы

$$W_2 = S_1 (1 + \lambda^{\mu \alpha_1}) + (S_1 \eta_{\sigma} \lambda^{\mu \alpha_1} - W_K' \eta_{\sigma} - W_K) \cdot (1 + \lambda^{\mu \alpha_2}), \quad (2.2)$$

где W_2 — сопротивление движению тележки с груженым самосвалом, кН;

S_1 — натяжение каната в сбегающей ветви поднимающейся тележки; кН;

μ — коэффициент сцепления каната с приводным шкивом;

α_1, α_2 — эффективные углы обхвата канатом первого и второго приводных шкивов, соответствующие углам относительного скольжения, радиан;

W'_k, W_k - сопротивления движению ветви каната соответственно вниз и вверх при нахождении тележки в нижнем положении, кН.

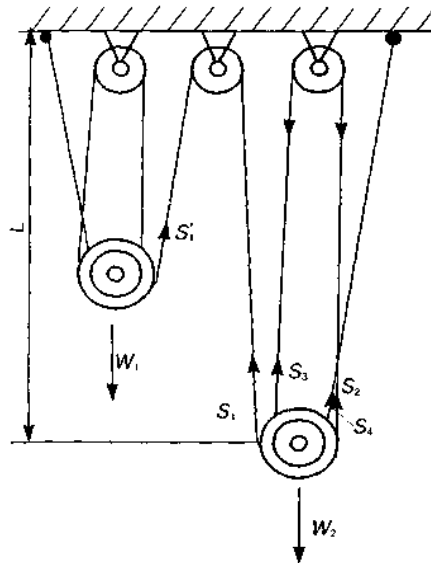


Рис.2.3.Расчетная схема системы подъема

Условие равновесия (2.2) следует рассматривать при различных сочетаниях параметров α_1 и α_2 , задаваясь величиной α_1 и определяя соответствующее значение α_2 .

Натяжение каната в первой S_1 , во второй S_2 , третьей S_3 и четвертой S_4 ветвях системы подвески поднимающейся тележки соответственно будет равно

$$S_1 = S'_1 \eta_{\delta} - W_k; \quad S_2 = S_1 \cdot \lambda^{\mu \alpha_1}$$

$$S_3 = (S_2 - W'_k) \eta_{\delta} - W_k; \quad S_4 = S_3 \cdot \lambda^{\mu \alpha_2}. \quad (2.3)$$

Тяговые усилия на первом и втором шкивах:

$$W_{n(\alpha_1)} = S_2 - S_1 + \omega'_{uu}(S_2 + S_1);$$

$$W_{n(\alpha_2)} = S_4 - S_3 + \omega''_{uu}(S_4 + S_3), \quad (2.4)$$

где $\omega'_{uu}, \omega''_{uu}$ — коэффициенты сопротивления вращению первого и второго шкивов.

Результаты расчетов по формулам (2.2), (2.3) и (2.4) удобно свести в таблицу значений параметров $S_1, S_2, S_3, S_4, W_{n(\alpha_1)}, W_{n(\alpha_2)}$ при различных $\alpha_1 (\pi, 1,5\pi, 2\pi, \dots)$.

За счет перераспределения натяжений в ветвях полиспастной подвески тележки возможен вариант с любым сочетанием углов обхвата канатом первого и второго шкивов.

По максимальному натяжению каната для выбранного варианта подбираются тип и диаметр каната, а по нему — диаметры шкивов и блоков в соответствии с заданным или принятым режимом работы подъемной установки.

Скорости передвижения тележек и соответствующие им передаточные отношения в системе привода шкивов трения определяются из баланса мощностей в системе подъема

$$2n_c N_{дв} \eta_{нм} = V_T (3W_{n(\alpha_1)} + W_{n(\alpha_2)}) \quad (2.5)$$

где n_c - число одновременно поднимаемых (опускаемых) самосвалов;

$N_{дв}$ -мощность одного двигателя самосвала, кВт;

$\eta_{нм}$ -КПД передаточного механизма привода тележки;

V_T -скорость движения тележки, м/ñ.

По найденному значению V_T выбирается режим работы двигателей самосвалов (окружная скорость колес).

Расчеты показывают, что, например, при высоте подъема 450 м и угле наклона подъемника 40° при одновременном подъеме (спуске) двух самосвалов БелАЗ-7512 грузоподъемностью 120т скорость движения тележки может быть принята равной 0,55 м/с, что обеспечивает провозную способность подъемника (его длина $L = 660$ м) не менее 600—700 т/ч, или около 4,1 млн т/год при продолжительности работы в сутки 19 ч и 340 рабочих днях в году.

При производительности свыше 4,0 млн.т в год можно оборудовать два параллельных подъемника, что в большинстве случаев все равно будет дешевле варианта с подъемной машиной.

По мнению авторитетных специалистов создание автомобильных подъемников, в принципе, возможно. Такое техническое решение позволит сократить парк автосамосвалов, снизить затраты на транспорт и улучшить экономическую эффективность эксплуатации глубоких карьеров.

Но для окончательного принятия решений необходима более детальная проработка в большей степени не механической части проекта, а вопросов устойчивости железобетонного ложа автоподъемника, влияния на его состояние сейсмических воздействий при ведении взрывных работ, подземных вод, колебаний температур и других факторов.

ЛЕКЦИЯ №7. КАРЬЕРНЫЙ КОНТЕЙНЕРНЫЙ ПОДЪЕМНИК.

План:

1. Общие сведения.
2. Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров.
3. Конвейеры большой протяженности.

Цель лекционного занятия: *изучение карьерных контейнерных подъемников.*

Ключевые слова: *транспортные затраты, автомобильные подъемники, схема подъемника, комбинированная система, технологический транспорт, характеристики подъемника, использование гравитации, геометрия карьеров, транспортирование грузов, канатно-ленточная система, канатные дороги, ленточные конвейеры.*

Общие сведения.

При современных системах и технических средствах технологического транспорта и достигнутых в настоящее время глубинах карьеров транспортные затраты составляют 60-65 % в общих затратах на добычу руды. Как показывают расчеты, при дальнейшем углублении карьеров затраты на транспорт будут в 3-4 раза превышать сумму по другим статьям расходов и их доля достигнет 75-80 %. При этом основная доля транспортных затрат приходится на подъемный цикл. Полезная работа по подъему горной массы из карьера прямо пропорциональна его глубине, но опережающий темп роста транспортных затрат обусловлен особенностями транспорта, применяемого на подъемном цикле. В самом деле, в зависимости от вида транспорта протяженность транспортных коммуникаций при одинаковой глубине карьера может отличаться более чем в 15 раз. Отсюда разница в капитальных, эксплуатационных и других затратах. Ослабить тенденцию роста затрат можно путем применения более экономичных видов транспорта. Однако кардинальное изменение ситуации возможно лишь через нетрадиционные транспортные технологии и технические средства.

В последние годы рядом разработчиков предложены схемы автомобильных подъемников. [6, 13, 30]. Они сокращают протяженность транспортных коммуникаций, исключают перегрузки, сортировки или дробление материала в карьере и соответственно снижают себестоимость транспортирования горной массы. Однако, эти системы обладают существенным недостатком: их производительность падает при увеличении глубины карьера, а следовательно, сохраняется причина опережающего роста транспортных затрат.

В институте НИИКМА предложен принципиально новый контейнерный подъемник [24]. Он предназначен для выдачи из карьера груженых контейнеров (автосамосвалов, думпкаров или их съемных кузовов) и одновременного спуска в карьер порожних. Кинематическая схема подъемника выполнена таким образом, что в нем находится не один, а несколько груженых и

порожних контейнеров, что позволяет сохранять постоянной технической производительность подъемника при углублении карьера и тем самым устранить одну из основных причин опережающего роста транспортных затрат.

На рис. 2.4 показана принципиальная схема указанного подъемника. Две кинематически связанные параллельные и примыкающие друг к другу рамы 1 и 2 смонтированы на борту карьера или в подземной выработке и связаны между собой, например, через тяги 3, соединенные с двуплечим рычагом 4. Рычаг закреплен при помощи шарнира 5 к основанию. Рамы 1 и 2 разделены на отсеки перегородками 6. В отсеках на перегородках 6 размещаются груженные 7 и порожние 8 контейнеры. Каждый отсек имеет механизм для перемещения контейнеров в отсеки соседней рамы. Рычаг 4 снабжен приводом 9. При использовании в качестве контейнеров кузовов автосамосвалов или думпкаров подъемник снабжается устройствами для их съема и установки на базу транспортного средства. Для обеспечения ритмичности работы подъемника его загрузочная и разгрузочная части могут оборудоваться накопителями контейнеров.

На рис. 2.5 приведена технологическая схема работы подъемника. В исходном положении (см. рис. 2.5, а) нижний отсек

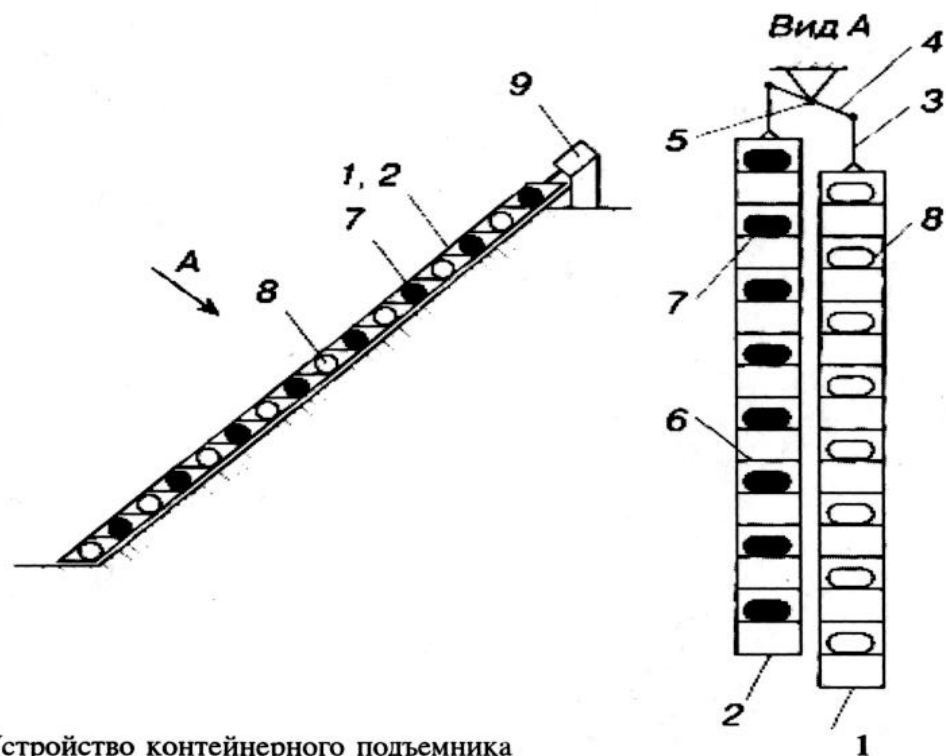


Рис. 2.4. Устройство контейнерного подъемника

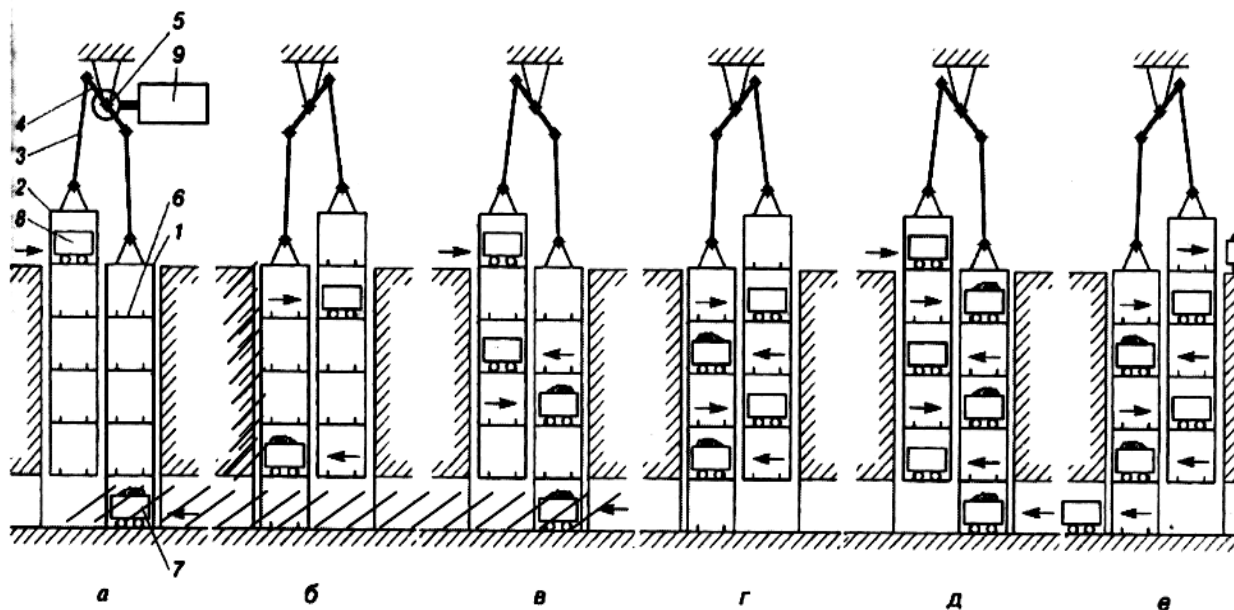


Рис. 2. 5. Принципиальная технологическая схема работы контейнерного подъемника

рамы 1 поступает грузовой контейнер 7, а в верхний отсек рамы 2 — порожний контейнер 8. Приводом 9 подъемник переводится в положение, показанное на рис. 2.5, *д*, и останавливается для обмена контейнерами между рамами 1 и 2. При этом грузовой контейнер 7 перемещается во второй снизу отсек рамы 2, а порожний контейнер 8 — во второй сверху отсек рамы. После этого рамы 1 и 2 переводятся в исходное положение (см. рис. 2.5 *в*), и подъемник снова останавливается для обмена контейнерами между рамами, загрузки очередного грузовой контейнера в раму 1 и порожнего в раму 2. Далее подъемник переводится последовательно в положения, показанные на рис. 2.5 *г*, *д*, и при остановках осуществляются очередные обмены контейнерами между рамами. После перемещения механизма в положение, показанное на рис. 2.5, *е*, осуществляется выгрузка из отсека грузовой контейнера на поверхность и порожнего контейнера в карьер. Это положение (см. рис. 2.5 *е*) фиксирует выход подъемника на номинальный режим работы.

В институте НИИКМА изготовлены макеты такого подъемника трех типов: одного вертикального и двух наклонных. Выполнены предварительные кинематические и технологические исследования. Расчеты показали, что при установке подъемника под углом 45° в карьере глубиной 300 м и при использовании в качестве контейнеров думпкаров грузоподъемностью 180 т его годовая производительность составит 14 млн т. Мощность привода подъемника при этом не превысит 5 МВт. Характеристики подъемника улучшатся, если использовать модернизированные автосамосвалы или думпкары с легкоъемными кузовами. Создание таких транспортных средств потребует дополнительных затрат, однако при этом съемные кузова позволят существенно сократить цикл оборота транспорта, а следовательно, парк

подвижного состава и себестоимость перевозок. Для транспортных средств со съёмными кузовами не требуются индивидуальные системы опрокидывания кузова. Механизмами для разгрузки кузовов достаточно оснастить поверхностный комплекс подъемника, например, приемный бункер крупного дробления. Он должен быть также оборудован устройствами для снятия груженых и установки порожних кузовов, аналогичными тем, которые используются на самом подъемнике. Исключение механизма опрокидывания кузова повысит надежность и устойчивость транспортных средств, позволит увеличить их грузоподъемность.

Основные достоинства указанной комбинированной системы технологического транспорта:

- способность работать под углом наклона вплоть до 90° , что существенно сокращает длину подъема горной массы;
- подъем груженых и возврат порожних контейнеров происходит одновременно;
- продолжительность цикла оборота контейнеров практически не зависит от глубины карьера;
- энергозатраты на перемещение тары и элементов самого подъемника сведены к минимуму за счет статической уравновешенности и равнопрочности по длине механической системы подъемника;
- подъемник обеспечивает возможность загрузки и выгрузки контейнеров с любого горизонта карьера;
- коэффициент тары предлагаемой системы, парк подвижного состава, площадки для его маневрирования и время разгрузки материала могут быть меньше, чем при традиционных системах и видах транспорта;
- появляется возможность упрощения конструкции подвижного состава и улучшения его технических характеристик.

По мнению разработчиков, указанная система транспортировки позволит повысить экономическую эффективность карьерного транспорта глубоких карьеров.

Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров

Значительные перепады вскрышных и добычных горизонтов нагорных карьеров над долинами, особенно сопочного типа, позволяют применять устройства, действующие на основе гравитационных сил, для перемещения горной массы: рудоскаты, модульные устройства для опускания груженых автосамосвалов, а также специальные автосамосвалы, использующие энергию вращающихся масс.

Использование гравитации - техническая необходимость совершенствования транспортных средств с целью снижения удельного расхода топлива и экологического загрязнения окружающей среды на глубинных и нагорных карьерах. При этом за счет уменьшения транспортных

берм уменьшается объем выемки вскрышных пород.

Таблица 2.2

Параметры карьеров (разрезов), применяющих автомобильный транспорт

№	Карьеры (разрезы)	Р а з м е р ы, м					
		Длина		Ширина		Глубина	
		От	до	от	до	от	до
1	Черной металлургии	2100	6300	1000	2200	150	3500
2	Цветной металлургии	400	3100	310	1500	70	800
3	Угольные разрезы	900	15000	500	3500	100	230

Геометрия карьеров (табл. 2.2) глубиной и высотой (нагорные карьеры) в несколько сотен метров позволяет использовать силу тяжести для транспортирования горной массы или транспортных сосудов без энергетических затрат (или при их минимальных затратах) на значительные расстояния.

Ниже приводится одна из возможных схем (рис.2.6) транспортирования грузов в карьере с использованием гравитационных сил. На схеме транспортирования грузов, включающей пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, трасса соответствует профилю борта карьера (см. рисунок). Пути на каждой площадке уступа оборудованы двумя вертикальными стенками с рельсами, расположенными по обе стороны от тележки, а тележка имеет дополнительные колеса, взаимодействующие с рельсами вертикальных стенок. Для натяжения тягового органа рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше значения коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам. Кроме того, пологие участки рельсов имеют уклон в сторону выработанного пространства, определяемый по формуле

$$i > k = P/G$$

где k - коэффициент сопротивления движению тележки по рельсам;

P – сила сопротивления движению тележки по горизонтальному пути;

G - масса тележки.

Этому уклону соответствует угол α . Соблюдение условия $i > k$ обеспечивает необходимое натяжение каната.

Устройство для транспортирования грузов работает следующим образом. Автосамосвалы устанавливают на тележки одновременно: например, на нижнюю тележку – порожний автосамосвал, на верхнюю — грузеный. Затем, при вращении приводного барабана, нижняя тележка тяговым органом

перемещается по площадке уступа, верхняя - в сторону выработанного пространства под действием собственного веса. При этом нижние колеса тележки катятся по нижним рельсам,

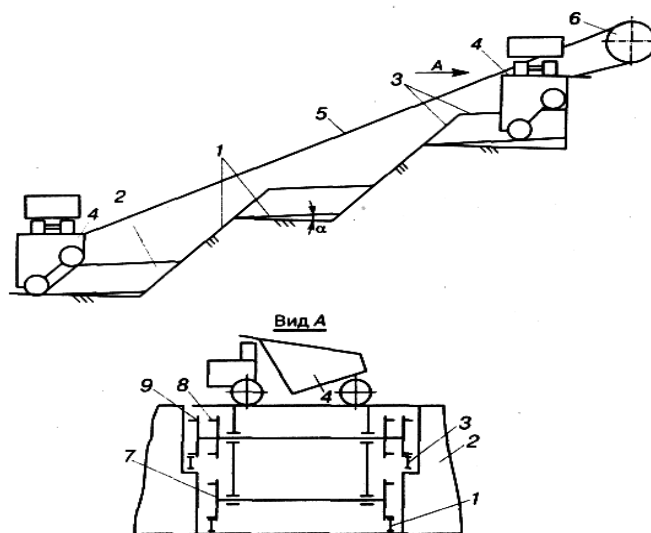


Рис.2.6. Схема устройства для транспортирования грузов:

- 1, 3 - рельсовые пути соответственно нижние и боковые;
- 2 — вертикальная стенка; 4 — тележки;
- 5 - гибкий (тяговый) орган; 6 - приводной барабан;
- 7, 8, 9 - колеса соответственно нижние, верхние и дополнительные.

а дополнительные - по боковым рельсам, что обеспечивает горизонтальное положение платформы тележки. Далее тележки перемещаются по откосам уступа: нижняя - вверх, а верхняя - вниз. Приводной барабан в этом случае работает в генераторном режиме и рекуперировывает энергию в сеть.

При перемещении тележки по откосу на расстояние, равное расстоянию между осями нижних и верхних колес, дополнительные колеса выходят из контакта с боковыми рельсами, и тележка движется по нижним рельсам.

Такое техническое решение позволяет до минимума сократить затраты на подготовку трассы, исключить горные работы, связанные с выполаживанием борта карьера под трассу для путей, обеспечить спуск автосамосвалов в карьер по кратчайшему пути, сократить эксплуатационные расходы на обслуживание автосамосвалов, снизить объем вскрышных работ за счет уменьшения ширины проезжей части автодорог, увеличить производительность автосамосвалов и в конечном счете уменьшить себестоимость транспортирования примерно на 10–15 %.

Такая схема в принципе применима и для случая подъема груза вверх, тогда порожний автосамосвал будет спускаться вниз под действием собственного веса.

Конвейеры большой протяженности

В книгу рекордов Гиннеса среди прочих достижений человеческой цивилизации занесены и самые крупные инженерные сооружения, в том числе и три крупные транспортные системы. Первое и второе места в этом списке занимают самые протяженные на сегодняшний день однопролетные (одноставные) канатно-ленточные конвейеры длиной, соответственно, 30 км и 20 км, которые эксплуатируются с 1984 года на территории «WorsleyAluminaPtyLtd» (Западная Австралия). Третья позиция в этом списке принадлежит самому длинному в мире изгибающемуся конвейеру протяженностью 18 км, эксплуатирующемуся с 1987 г. на предприятии, разрабатывающем в районе Мертвого моря месторождение калийных руд (г. Содом, Израиль).

Мировым лидером по производству конвейеров большой протяженности является подразделение «Транспортировка насыпных материалов» компании «METSOMINERALS» (Англия).

Вплоть до середины XX века любой конвейер длиной более 1 км считался высшим техническим достижением, и еще в 1953 году канатно-ленточный транспортер «установил» рекордное значение протяженности одного пролета - более 10 км. Канатно-ленточный конвейер, введенный в эксплуатацию в 1971 году в Юнионтауне (штат Кентукки, США) протяженностью 14.6 км, относился к самой длинной системе.

Это достижение оставалось высшим до 1984 г., когда были введены в эксплуатацию конвейеры «WorsleyAlumina».

Характеристики некоторых из самых протяженных в мире канатно-ленточных систем конвейерного транспорта представлены в табл. 2.3.

Конвейеры АО «WorsleyAlumina», введенные в эксплуатацию более 20 лет назад, до сих пор остаются непревзойденными по своим параметрам. Несмотря на интенсивные разработки систем и технологические новинки в области производства конвейеров традиционной конструкции (когда тяговое усилие передается несущей ленте), самой длинной одноставной конструкцией остается система протяженностью около 16 км, т.е. почти на половину меньше, чем самый длинный канатно-ленточный конвейер.

Однако однопролетные конструкции являются лишь частью комплекса, состоящего из нескольких конвейеров, объединенных вместе и образующих систему очень большой протяженности для транспортировки насыпных материалов.

Большим расстоянием транспортирования насыпных грузов можно считать расстояние от 10 км вплоть до 100 км. Максимальное, т.е. предельное для конкретного типа материала, расстояние устанавливается на основе сравнительных экономических расчетов альтернативных вариантов средств транспортировки. В этом диапазоне расстояний доставки насыпных материалов альтернативными вариантами выступают: автомобильный грузовой транспорт; трубопроводный транс-порт; железнодорожный

транспорт; подвесные воздушно-канатные дороги.

Существуют многочисленные критерии, используемые при выборе оптимального варианта транспортирования из числа нескольких альтернативных. В большинстве случаев выбор транспортной системы осуществляется на основе учета следующих факторов:

- стоимость самой системы;
- стоимость монтажа системы;
- стоимость эксплуатации системы.

Таблица 2.3

Основные технические характеристики некоторых крупнейших в мире ленточных конвейеров

Местоположение	Год ввода	Длина, м	Производительность, т /час	Материал	Скорость, м / с	Установленная мощность, кВт	Отличительные особенности
1	2	3	4	5	6	7	8
Шотландия	1951	720	130	Рядовой уголь	1,14	75	Первый серийный ленточный конвейер
Англия	1961	4207	870	Рядовой уголь	2,29	750	Подземный
США	1971	14598	1360	Дробленый уголь	4,19	1865	Поверхностный
США	1978	9913	2000	Медная руда	4,19	1865	Поверхностный
Англия	1981	9200	2700	Рядовой уголь	7,50	8750	Наклонный конвейер, рассчитанный на 14200 м
Замбия	1981	11385	850	Медная руда	3,50	1200	Большой изгиб в горизонтальной плоскости
Австралия	1981	10400	2500	Уголь	4,00	2500	Поверхностный
Австралия	1983	30441	2300	Боксит	6,00	8000	Самый протяженный конвейер в мире

Продолжение табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8
Австралия	1983	20712	2300	Боксит	6,00	5200	Второй по протяженности конвейер в мире
Ямайка	1984	14192	1428	Боксит	4,00	1865	Поверхностный
Индия	1985	14550	1800	Боксит	4,70	2000	Поверхностный
Израиль	1987	18113	800	Поташ	4,60	4000	Самый длинный в мире изгибающийся конвейер
Канада	1987	6000	2200	Рядовой уголь	6,00	6000	Крутонаклонный
Ямайка	1991	7866	1000	Боксит	3,25	750	Поверхностный нисходящий с поворотами
Венесуэла	1992	4232	1600	Боксит	4,00	2500	Большой регенеративный конвейер
США	1992	6415	700	Дробленый уголь	3,25	1350	Очень сложный рельеф местности
США	1992	10745	1360	Рядовой уголь	4,19	1865	Перемещение конвейера Апах
Филлипины	1996	5775	1000	Известняк	3,50	600	Изгиб с радиусом 400 м
Канада	1997	10390	1070	Рядовой уголь	4,80	1365	Нисходящий с изгибами радиусом 430 м

Первые два фактора объединяют общую величину капиталовложений, а третий - стоимость эксплуатации и техобслуживания. Сумма всех затрат с учетом амортизации за время эксплуатации объекта дает полную или общую стоимость. Как свидетельствует практика, для транспортировки сыпучих материалов на большие расстояния наименьшей общей стоимостью обладают, в большинстве случаев, канатно-ленточные конвейеры.

Все альтернативные варианты транспорта характеризуются набором достоинств и недостатков (табл.2.4). Автомобильный - мобилен и универсален, пригоден для небольших расстояний транспортировки и сроков эксплуатации. Однако он требует высоких эксплуатационных затрат. По трубопроводам можно осуществлять транспортировку на довольно большие расстояния. Этот вид транспорта относится к сравнительно безопасному для окружающей среды, но требующему высоких капитальных затрат при чрезвычайно низкой эксплуатационной эффективности, обусловленной высокими эксплуатационными расходами и большим потреблением энергии. По железным дорогам можно осуществлять транспортировку на дальние расстояния. Но ему также характерны высокие капитальные затраты и весьма ограниченные возможности преодолевать уклоны и подъемы, что в конечном итоге приводит к высоким эксплуатационным затратам на перевозку. По подвесным воздушно-канатным дорогам можно осуществлять транспортировку на дальние расстояния и по резко пересеченной местности, но его транспортные сосуды имеют малую вместимость и грузоподъемность. Конвейерный транспорт, в свою очередь, отличается наименьшими эксплуатационными затратами, но требует существенно больших начальных капиталовложений.

Таблица 2.4

Преимущества и недостатки различных систем транспортирования насыпных грузов

Тип системы	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Автомобильный транспорт	1. Мобильность и универсальность; 2. Применимость для коротких маршрутов; 3. Низкий годовой тоннаж; 4. Пригодность для быстро разрабатываемых карьеров; 5. Простота перебазирования	1. Высокие производственные расходы 2. Высокие трудозатраты 3. Высокие затраты на обслуживание дорожной сети 4. Потеря преимущества в капитальных затратах на больших расстояниях 5. Зависимость от колебаний цен на топливо
Трубопроводный транспорт	1. Возможность транспортирования на большие расстояния; 2. Безвредность для окружающей среды	1. Высокие капитальные затраты 2. Очень высокие энергозатраты 3. Обезвоживание материала 4. Необходимость возврата воды
Железнодорожный транспорт	1. Неограниченная дальность транспортирования; 2. Универсальность применения;	1. Высокие капитальные затраты 2. Высокие производственные расходы 3. Серьезные ограничения по наклону (выбору маршрута)

Продолжение табл. 2.4

1	2	3
Подвесные канатные дороги	1. Возможность транспортирования на большие расстояния; 2. Возможность крутых подъемов; 3. Малый объем подготовительных земляных работ и работ по возведению несущих конструкций	1. Ограничение по производительности транспортирования (<1 000 т/час) 2. Большие затраты по организации погрузочно-разгрузочных узлов 3. Высокие трудозатраты 4. Ограниченность по изгибам траектории транспортирования
Традиционные ленточные конвейеры	1. Возможность транспортирования на большие расстояния; 2. Высокая производительность транспортирования (свыше 5000 т/час); 3. Широкая сеть поддержки изготовителей; 4. Низкие производственные затраты; 5. Простота наращивания	1. Высокие капитальные затраты 2. Ограниченная прочность ленты 3. Несколько приводов 4. Риск разрыва ленты 5. Высокая потребляемая мощность 6. Недостаточная гибкость для организации поворотов и изменения маршрута 7. Комплектация конвейера «набирается» от различных поставщиков

1	2	3
Канатные-ленточные конвейеры	1. Наименьшая общая себе- стоимость; 2. Надежные изгибы радиусом до 400 м; 3. Наименьшая установленная мощность; 4. Уклоны до 18°; 5. Малый объем подготовительных земляных работ и работ по возведению несущих конструкций; 6. Гибкость в прокладке маршрута; 7. Реверсивность в зависимости от расположения натяжной станции; 8. Возможность загрузки на обратном маршруте; 9. Легкость наращивания; 10. Минимум точек перегрузки; 11. Безвредность для окружающей среды; 12. Наличие региональной поддержки компании Svedala в 55 странах	1. Один источник 2. Высокие капитальные затраты 3. Непросто перемещаются и недостаточно быстро наращиваются 4. Отличающаяся кривая освоения, необходимость обучения

Способность канатно-ленточного конвейера покрывать большие расстояния одним пролетом и, в большинстве случаев, с одним приводом определена уникальным конструктивным исполнением: тяговое усилие для движения ленты прикладывается к стальным канатам, а не к ленте как у конвейеров традиционного исполнения.

Стоимость погрузочно - разгрузочных станций канатно-ленточного конвейера обычно выше, чем для обычных конвейеров, из-за необходимости разделения ленты и каната в этих точках и обеспечения для каждого элемента отдельной системы натяжения. Это имеет существенное значение для малых длин транспортирования и простых схем, при которых канатно-ленточные конвейеры могут оказаться менее эффективными, чем традиционные ленточные. Тем не менее, по мере увеличения длины и степени сложности схемы прокладки трассы, где требуется стальной трос, стоимость погрузочных и разгрузочных станций становится несущественной частью полной стоимости конвейера. Для канатного конвейера удельная цена ленты одинакова и постоянна как при длине в 1 км, так и в 20 км.

При транспортировании на большие, и тем более на очень большие, расстояния канатно-ленточный конвейер обычно требует самых низких капитальных затрат.

Устранение промежуточных узлов перегрузки, неизбежных в конвейерах стандартного исполнения, оказывает значительное влияние не только на надежность системы, но также и на стоимость эксплуатации и обслуживания. На рис.2.7 и 2.8 представлены графики влияния количества пролетов на производительность системы в целом и на степень технической готовности (надежности) системы. Предполагается, что каждый отдельный конвейер в технологической цепи транспортирования имеет коэффициент готовности

95%, а когда они работают в одной системе, то влияние становится значительным.

На рис. 2.9 приведен график относительной зависимости мощности привода от длины конвейерного става для различных типов конвейеров.



Рис2.7 Зависимость проектной технической производительности конвейерной системы от количества отдельных ставов (входящих в систему конвейеров)



Рис. 2.8. Зависимость степени технической готовности к работе конвейерной системы от количества отдельных ставов

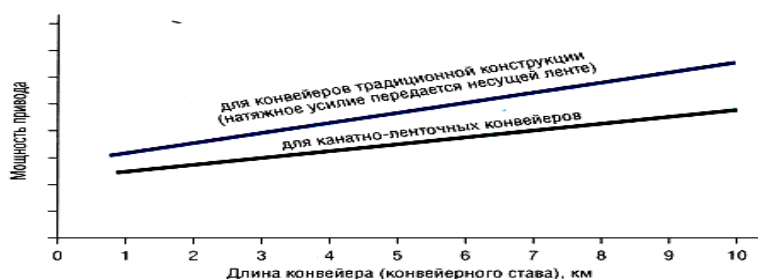


Рис. 2.9. Зависимость мощности привода конвейерной системы от ее длины

ЛЕКЦИЯ №8 РОТОРНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ ФИРМЫ KRUPP.

План:

1. Общие сведения.
2. Роторные экскаваторы преимущества и недостатки.
3. Конструктивные параметры экскаваторов.

Цель лекционного занятия: *изучение роторных экскаваторов фирмы KRUPP.*

Ключевые слова: *преимущества, роторные экскаваторы, параметры экскаваторов, характеристики экскаваторов, типоразмеры экскаваторов, S 100 - S 630, применения экскаваторов, конструктивные параметры, геометрические параметры, формы ковша.*

Общие сведения.

Фирма KRUPPFördertechnik (Германия) является мировым лидером по производству роторных экскаваторов. Она выпускает свою продукцию более 70 лет. Компактные роторные экскаваторы этой фирмы позволяют разрабатывать породы с прочностью на сжатие 10 МПа, а в отдельных случаях – до 20 МПа.

Благодаря оригинальной конструкции цельнометаллического рабочего колеса и укороченной рукояти, воспринимающей повышенные усилия копания, ковши загружаются с высокой степенью наполнения.

Роторные экскаваторы преимущества и недостатки.

Основные преимущества применения роторных экскаваторов:

- отсутствие буровзрывных работ;
- кусковатость экскавируемого материала оптимальна для транспортирования конвейерными лентами;
- использование конвейеров, как наиболее экономичного вида транспорта;
- отсутствие затрат на дробление пород.

В настоящее время фирмой KRUPP изготавливаются компактные роторные экскаваторы в стандартном исполнении, что позволяет обеспечить достаточную простоту технического обслуживания и, при необходимости, ремонта за счет использования в их конструкции стандартных элементов машин серийного производства. Для тяжелых условий эксплуатации на карьерах или крупных строительных площадках применение указанных стандартных узлов позволяет быстро произвести ремонт или техобслуживание.

Фирма KRUPP выпускает широкую гамму компактных роторных экскаваторов от S 100 до S 1600 производительностью от 450 до 6600 м³/ч.

Ниже рассматриваются четыре типа роторных экскаваторов фирмы KRUPP. Схема забоя экскаватора и основные технологические параметры его работы

представлены на рис. 2.10. Значения технологических параметров для рассматриваемых типоразмеров роторных экскаваторов фирмы KRUPP даны в табл.2.5.

Таблица 2.5

Значения технологических параметров экскаваторов
фирмы KRUPP

№	Размеры	S 100	S 250	S 400	S 630
1	Высота забоя, А (м)	6	9	11	15
2	Ширина заходки, В (м)	8	12	15	20
3	Глубина стружки, С (м)	2,0	3,5	4,0	4,5
4	Угол откоса торца забоя, α_1 (°)	60	60	60	60
5	Угол откоса формируемого уступа, α_2 (°)	66	64	62	60

В табл. 2.6 представлены технические характеристики экскаваторов фирмы KRUPP типоразмеров от S 100 до S 630.

Таблица 2.6

Технические характеристики роторных экскаваторов KRUPP

№	Показатели	S 100	S 250	S 400	S 630
1	Вместимость ковша, л	100	250	400	630
2	Ширина ленты, м	0,80	1,00	1,20	1,40
3	Теоретическая производительность, м ³ /ч	500	1250	2000	3000
4	Эффективная производительность, м ³ /ч	200	550	900	1400
5	Рабочий вес экскаватора, т	55	140	200	400
6	Установленная электрическая мощность, кВт	190	350	550	980
7	Альтернативно: установленная мощность дизельного двигателя, кВт	230	410	640	1130

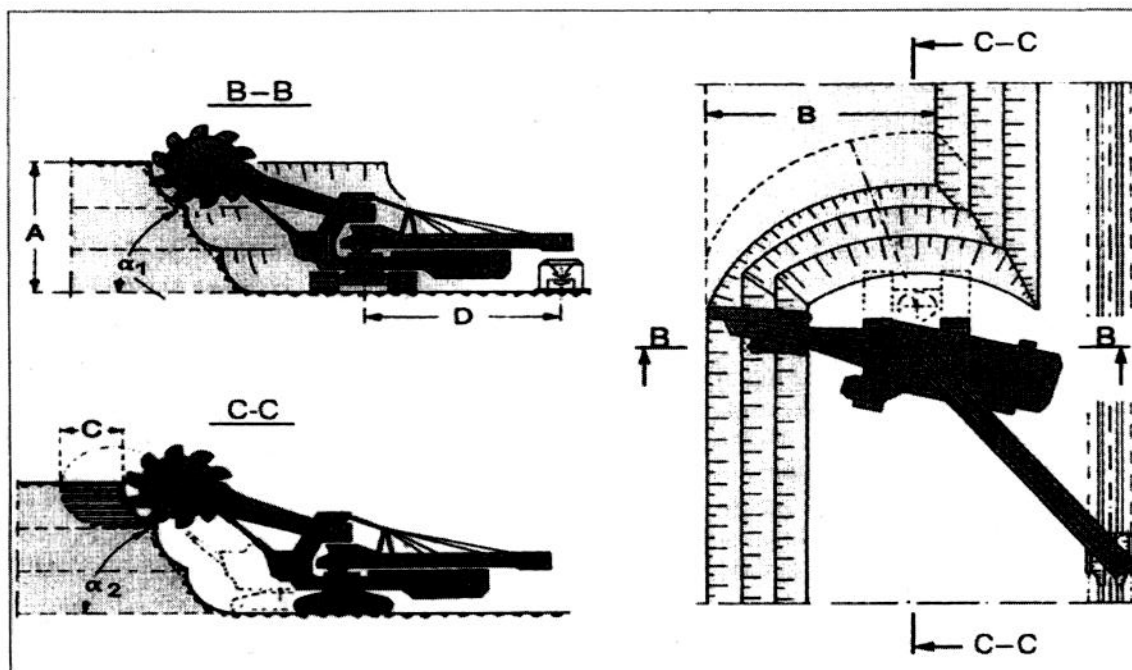


Рис. 2.10 Схемы забоя роторного экскаватора

Характерными конструктивными особенностями экскаваторов фирмы KRUPP являются: наличие автоматической централизованной системы смазки; гидравлический привод ходовых тележек, поворотных и подъемных устройств; энергоснабжение как непосредственно от электросети, так и от дизельного двигателя. При снабжении электроэнергией для привода обоих ленточных конвейеров и ротора используются электродвигатели, а при энергоснабжении от дизельного двигателя привод всех элементов — гидравлический.

Экскаватор S 100 — это самый малогабаритный роторный экскаватор фирмы KRUPP весом 55 т (рис.2.11). Его можно без демонтажа транспортировать на низкорамном прицепе. Поэтому он особенно удобен для применения на строительных площадках с ограниченным периодом эксплуатации. Также S 100 может быть использован на карьерах, например, для добычи мела. При этом обеспечивается эффективное мелкокусовое разрушение отбиваемого материала.

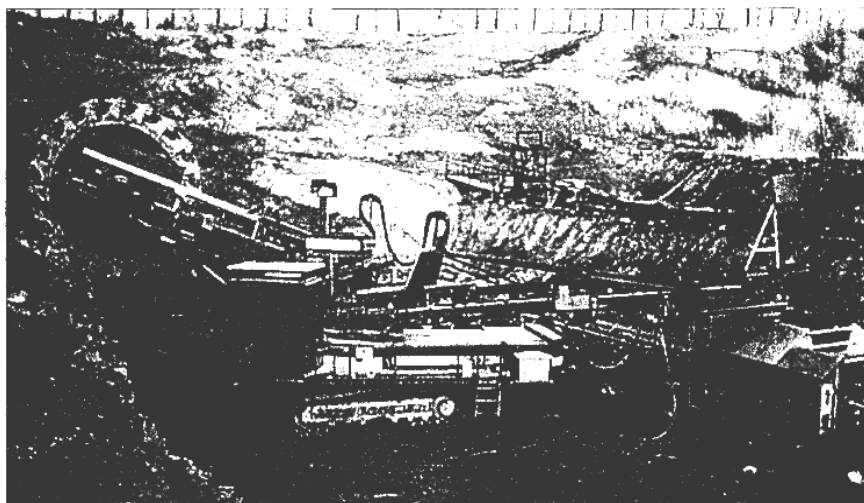


Рис.2.11. Роторный экскаватор S 100 при работе в

глиняном карьере

Комплектная опорная тележка, поворотный редуктор и конечные ступени привода рабочего колеса — это хорошо показавшие себя

серийные конструктивные узлы.

Экскаватор S 250 имеет рабочий вес около 140 тонн. Этот механизм сконструирован с учетом возможности его транспортирования к месту эксплуатации на низкорамном прицепе в виде нескольких монтажных узлов со сборкой на месте. На рис.2.12 показано рабочее колесо экскаватора S 250

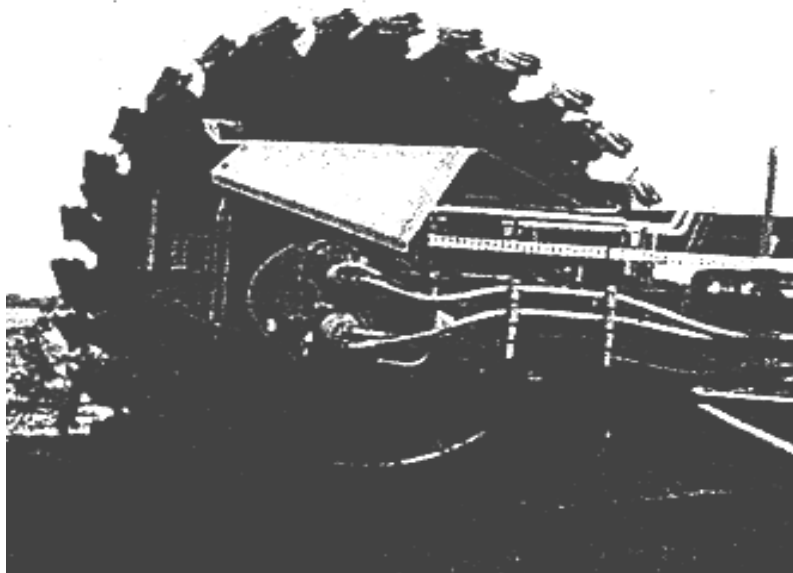


Рис. 2.12 Рабочее колесо экскаватора S 250

Экскаватор S 400 имеет рабочий вес около 200 тонн. При благоприятных транспортных условиях, т.е. при ширине проезжей части 5-6 м, его можно транспортировать к месту эксплуатации на низкорамном прицепе в виде нескольких монтажных узлов и сравнительно быстро монтировать и демонтировать.

Экскаватор S 630 — самый крупный из стандартных компактных роторных экскаваторов. Его рабочий вес составляет около 400 т. Благодаря широкой агрегатируемости механизма на его монтаж требуется сравнительно немного времени.

Консоль противовеса роторных экскаваторов S 250, S 400 и S 630 выполнена таким образом, что как для гидросистемы и централизованной системы смазки, так и для электрооборудования и системы управления предусмотрено отдельное закрытое пространство.

На экскаваторах дополнительно устанавливается оборудование, обеспечивающее согласование приводных двигателей и электрооборудования, компьютерное управление, предварительный выбор глубины заходки, дистанционное управление, электрообогрев, лазерное управление для нивелирования поверхности, видеоконтроль перегрузки руды, подогрев желобов, специальную очистку конвейерной ленты. Кроме того на экскаваторе могут быть смонтированы ленточные весы, кондиционер,

радиотелефонное переговорное устройство, бульдозерный нож для откаточной бермы на уровне гусениц, анализаторы с непрерывным режимом работы.

Конструктивная схема роторных экскаваторов фирмы KRUPP рядов S 100 — S 630 и их основные параметры представлены на рис 2.13.

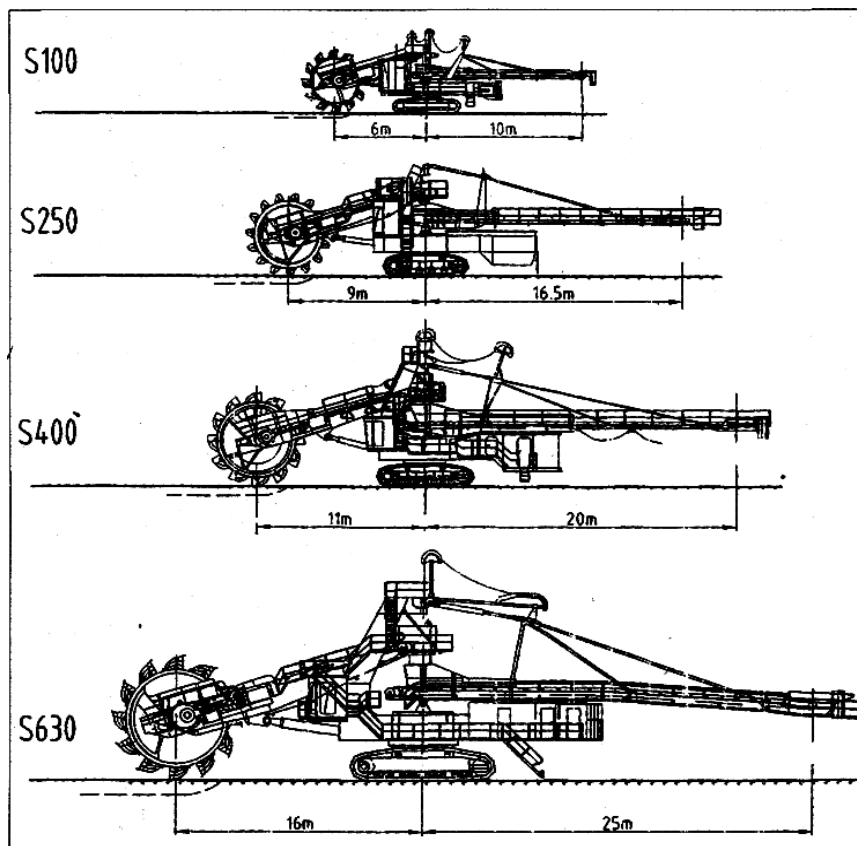


Рис. 2.13. Конструктивная схема и основные параметры экскаваторов S 100 – S 630

Возможности применения экскаваторов S 250, S 400 и S 630 на крупных строительных площадках и в карьерах весьма многообразны. Все детали ходового и поворотного механизмов экскаваторов S 250 и S 400 являются серийными с некоторыми небольшими модификациями. У экскаватора S 630 большая часть механических компонентов взята также из конструкции строительных машин серийного производства. К основным достоинствам стандартных компактных роторных экскаваторов фирмы KRUPP необходимо отнести экономичность при непрерывной выемке больших масс и мелкокусовую выемку связных и твердых грунтов.

Конструктивные параметры экскаваторов.

Основными конструктивными параметрами роторного экскаватора, оказывающими влияние на эффективность процесса экскавации, являются геометрические параметры машины и ходового оборудования, а также кинематические параметры приводов и форма зубьев и ковшей.

Геометрические параметры экскаватора и ходового оборудования существенно влияют на размеры добычного блока и эффективность работы роторного экскаватора в блоке, а геометрические параметры и форма ковшей и зубьев - на усилие резания и энергозатраты на процесс копания.

К основным геометрическим параметрам экскаватора относятся диаметр и ширина рабочего колеса, ассиметрия ковшей, координаты точки подвеса и вылет стрелы, а также углы установки и смещение рабочего колеса на стреле (рис. 2.14). Для улучшения процесса разгрузки ковшей и для предотвращения контакта конструкции стрелы с откосом породы в блоке рабочее колесо роторного экскаватора может быть смещено относительно оси стрелы и повернуто как в вертикальной плоскости на угол крена, так и в горизонтальной - на угол скоса. К геометрическим параметрам формы ковшей и зубьев относятся количество ковшей, их объём и форма, форма режущих зубьев, их расположение и установка на ковше, а также износ режущих кромок (рис. 2.15).

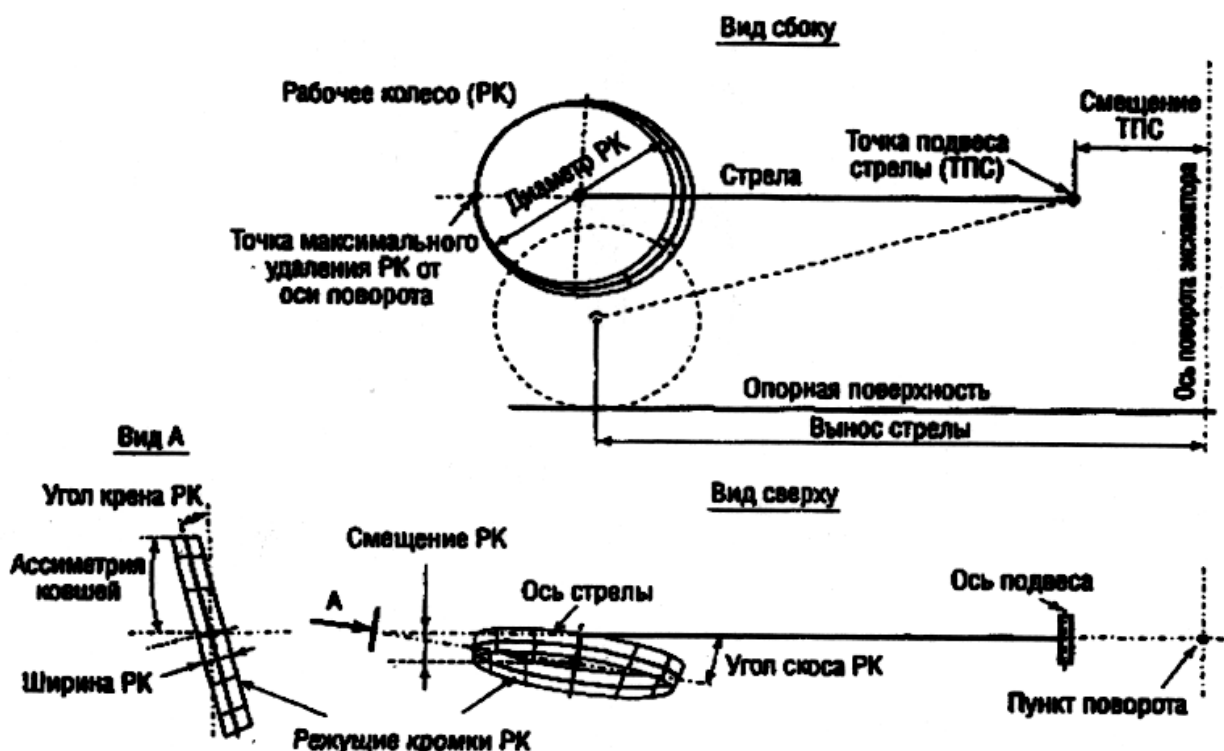


Рис.2.14 Основные геометрические параметры роторного экскаватора

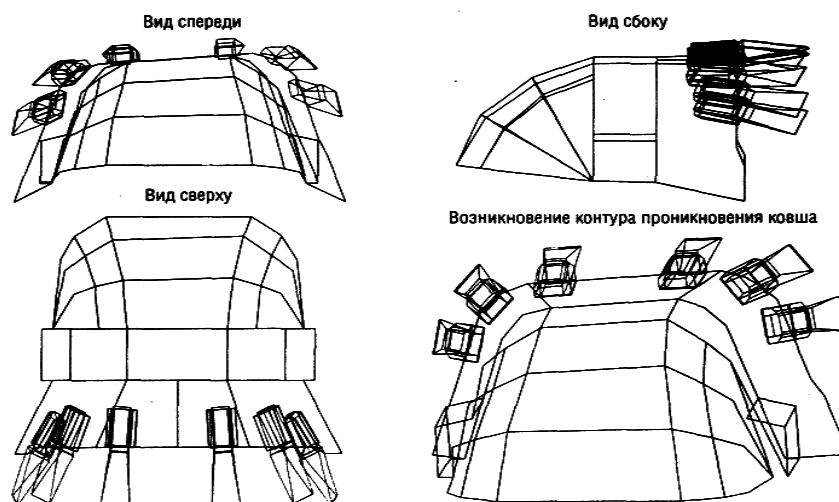


Рис.2.15. Упрощенная модель формы ковша роторного экскаватора

Выбор схемы разработки породы в блоке определяется в соответствии с конструктивными параметрами роторного экскаватора и физико-техническими характеристиками разрабатываемого грунта.

Разработка блока может проводиться горизонтальными террасами, вертикальными срезами (так называемый метод «Дроп Кат») или комбинированно. Разработка пород горизонтальными террасами наиболее распространена, а при селективной добыче полезных ископаемых, залегающих тонкими слоями, даже предпочтительна (рис. 2.16).

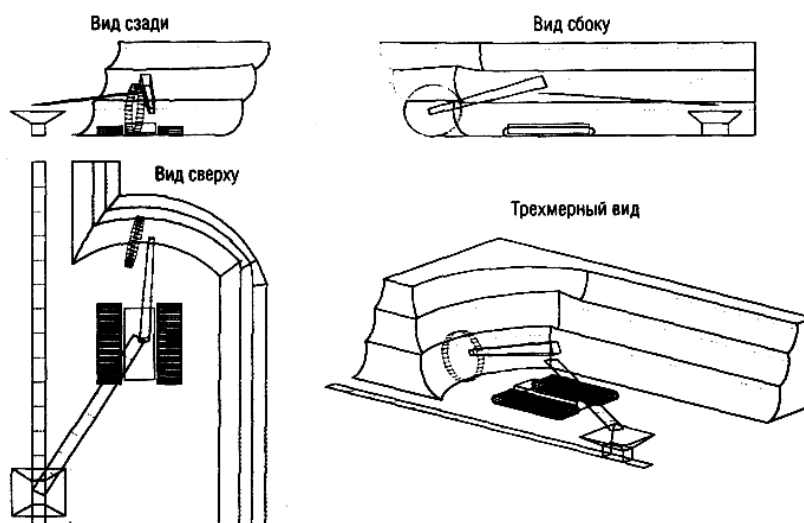


Рис.2.16. Геометрия блока разработки породы методом горизонтальных террас (стружек)

ЛЕКЦИЯ №9. НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДОЛОТ ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ БУРОВЫХ СТАНКОВ.

План:

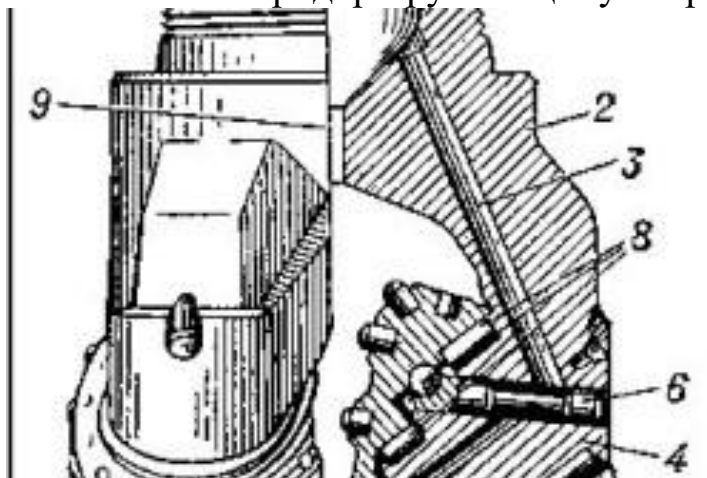
1. Назначение буровых долот: общие сведения.
2. Принципиальные недостатки режущих буровых долот.
3. Новые конструкции долот буровых станков.

Цель лекционного занятия: изучение новых конструкций долот для карьерных буровых станков.

Ключевые слова: недостатки, режущие долота, буровое долото, режуще-шарошочные долота, самонастраивающееся долото, шарошечное долото, породные резцы, назначения долот, характер эксплуатации, разрушение грунта.

Назначение буровых долот: общие сведения.

Долото представляет собой основной компонент специального инструмента для сплошного бурения нефтеносных, газовых, водных скважин и скважин для прочих промышленных, технических и строительных нужд. Его задача — разрушение грунта в ограниченной зоне воздействия (забое) буровой колонны и глубинная проходка. Поэтому долота относятся к породоразрушающему снаряжению.



Трёхшарошечное долото для сплошного бурения в очень крепких породах: 1 — наружная конусная присоединительная резьба (ниппель); 2 — секция (лапа) долота; 3 — каналы в лапе и цапфе для продувки опоры; 4 — цапфа лапы; 5 — твердосплавные зубки с полусферической рабочей частью; 6 — замковый палец; 7 — шарошки; 8 — подшипники качения; 9 — центральный канал для продувки забоя и шарошек.

Указанный элемент бурового оборудования имеет множество самых разных конструкций и их модификаций. Определяются они особенностями и способами бурения различных горных пород, а также технологическими целями, которые ставятся перед ними. В зависимости от конструкционного исполнения долот, горные породы, оказавшиеся в

площади забоя, разрушаются либо ударным, либо ударно-сдвигающим воздействием.

Анализируя характер эксплуатации данного бурильного приспособления, следует отметить, что оно не только разрушает сплошной грунт в плоскости забоя скважины, но и формирует стенки этой скважины. И чем больше бур углубляется в земную толщу, тем более сложные и неблагоприятные воздействия испытывают его составные части. В частности, долота испытывают на себе значительные циклические и статические нагрузки, воздействие крутящего момента. Все это приводит к различным вариантам абразивного, ударно-абразивного, усталостного и коррозионного износа снаряжения.

По этой причине буровые долота производят из высококачественных сортов стали, твердосплавных соединений металлов. Поскольку данный элемент бурильного оборудования относится к классу инструментов одноразового применения, его конструкцию проектируют таким образом, чтобы она гарантировала экономически обоснованную длительность эксплуатации.

Принципиальные недостатки режущих буровых долот.

Одним из факторов, ограничивающих дальнейшее увеличение производительности карьерных буровых станков, является исчерпание возможностей как режущих, так и шарошечных долот. Возможности совершенствования этих долот при сохранении их традиционной конструктивной схемы весьма ограничены.

Одним из основных, принципиальных недостатков режущих буровых долот с жестко закрепленными на корпусе режущими элементами (пластинами твердого сплава или съемными резцами) является их постоянная геометрия при бурении пород с различными свойствами, что неизбежно влечет за собой снижение скорости бурения и повышенный износ.

При бурении пород средней крепости, особенно трещиноватых или с твердыми включениями, известные конструкции режущих долот часто выходят из строя из-за динамического характера процесса разрушения. При этом возникают вибрации бурового инструмента и станка.

Кроме того, не только при шнековой, но и при пневматической и шнекопневматической очистке скважин от продуктов разрушения довольно трудно обеспечить достаточно интенсивное охлаждение режущих элементов долота, постоянно находящихся в контакте с разрушаемой ими породой забоя скважины.

Для устранения этих недостатков на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработаны принципиально новые конструкции режущих буровых долот с подвижными породоразрушающими элементами.

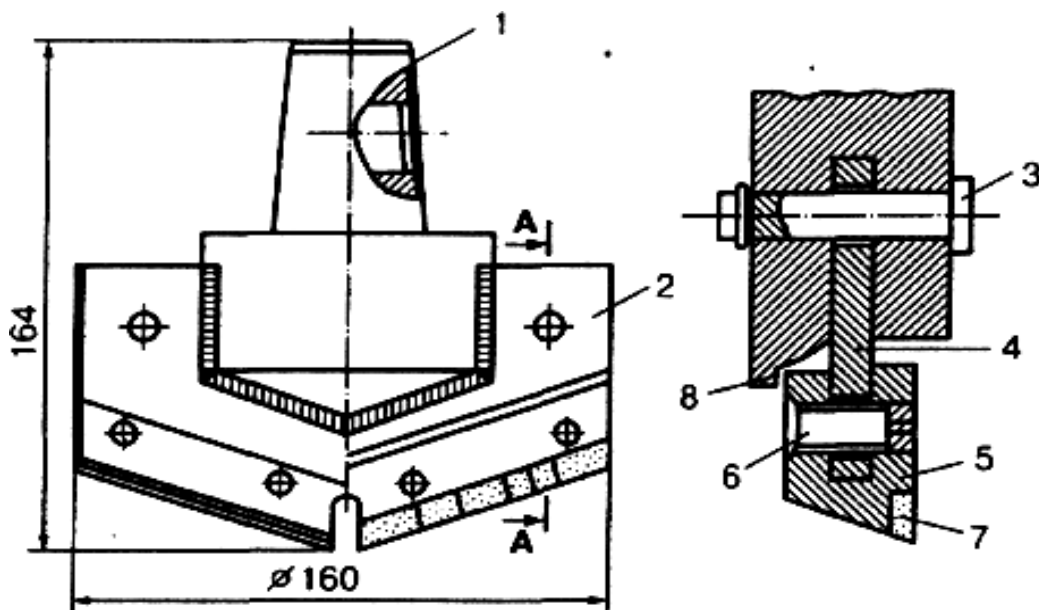


Рис. 2.17 Режущее буровое долото с амортизатором в виде рессорной пружины

Так, параметры вибрации можно существенно снизить, если использовать амортизаторы, встроенные в долото (рис.2.17). Оно состоит из хвостовика 1, приваренного к лопасти 2, в которой при помощи роликов 3 установлены рессорные пружины 4. На свободном конце пружин винтами 6 закреплены резцы 5, армированные пластинками 7 твердого сплава ВК-8В. Подвижность резцов обеспечивается наличием пружин 4.

В процессе бурения режущие кромки резцов разрушают породу на забое скважины. Возникающие при этом ударные нагрузки сглаживаются за счет упругой деформации рессорной пружины, ход которой ограничивается выступом 8 на задней стенке лопасти.

Долото позволяет не только увеличить механическую скорость бурения на 20 - 25%, но и снижает на 10 - 15% величину пиковых нагрузок. При этом интенсивность износа режущей кромки в 2,5 - 3 раза меньше. Конструкция долота допускает производить замену резцов непосредственно на рабочем месте.

Новые конструкции долот буровых станков.

НИИОГРом и КузГТУ были разработаны режущие буровые долота, оснащенные съемными кольцевыми твердосплавными пластинками [8]. Эти пластинки фиксировались на корпусе долота болтами и являлись режущими породоразрушающими элементами. Они имели форму конусных шайб, периферийные окружности которых были режущими кромками.

По мере затупления режущих кромок пластины - резцы поворачивались. При этом в контакт с забоем вступал незатупленный участок режущей кромки. После затупления всей режущей кромки пластина заменялась новой. Такая конструкция режущих элементов существенно

сокращала время на их замену.

Однако расход твердого сплава в этом случае был довольно велик, так как пластинки - резцы после затупления их режущих кромок для дальнейшего использования были не пригодны и подлежали утилизации.

Было установлено, что наиболее рациональный способ оснащения съемными породоразрушающими элементами режущих буровых долот - установка на них типовых породных резцов РК-8Б и РБ-224 с укороченными цилиндрическими державками. При этом наибольший эффект их использования достигался при обеспечении подвижности этих резцов в направлении продольной оси. Такая подвижность достигалась, если державки резцов, устанавливаемые в глухих отверстиях-гнездах корпусов, опирались на резиновые амортизаторы в виде шайб или втулок небольшой высоты. В удлиненные проточки на цилиндрических державках резцов входят валики, ограничивающие ход резцов в осевом направлении.

Значительно более сложную конструкцию имеет самонастраивающееся режущее долото с поворачивающимися режущими дисками (рис. 2.18) [9].

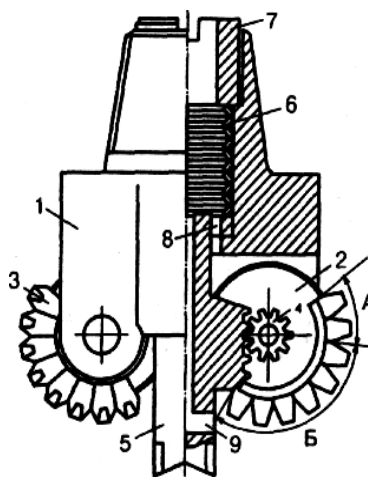


Рис. 2.18. Буровое долото с поворачивающимися режущими дисками

На корпусе 1 этого долота установлены на осях диски 2 с резцами 3, армированными твердым сплавом. На дисках 2 закреплены шестерни 4, сцепленные с рейками, выполненными на забурнике 5, выбуривающей опережающую скважину. Забурник связан с корпусом 1 посредством шлицевого соединения и опирается своим хвостовиком на тарельчатые пружины 6, сжимаемые при помощи регулировочной гайки 7. Через продувочные каналы 8 и 9, выполненные в хвостовике корпуса и забурнике, подводится сжатый воздух для очистки забоя скважины.

В секторе А дисков 2 установлены резцы 3 с геометрией и армировкой, рассчитанной на бурение относительно крепких пород. При бурении слабых пород забурник 5, выдвинут из корпуса 1 и выбурирует опережающую скважину, а резцы 3 сектора Б разрушают основную часть забоя скважины.

При бурении крепких пород осевое усилие на забурник увеличивается, и он, сжимая тарельчатые пружины, смещается вверх. Это вызовет поворот дисков 2, в результате которого в контакт с забоем вступят резцы сектора А, рассчитанные на работу по крепким породам. С уменьшением крепости буримой породы забурник сместится вниз, вновь развернет диски и введет в работу резцы сектора Б. При бурении пород средней крепости поворот дисков произойдет лишь на небольшой угол, и износостойкие резцы сектора А будут разрушать периферийную часть забоя, а резцы сектора Б - центральную его часть, ослабленную опережающей скважиной.

Если бурение ведется по чередующимся по крепости породам, то резцы секторов А и Б будут работать попеременно, что неизбежно улучшит их охлаждение, а следовательно, и износостойкость. При этом замена резцов осуществляется автоматически, а настройка долота осуществляется изменением степени сжатия тарельчатых пружин при помощи гайки 7.

Принципиально новой техникой, основанной на новых принципах и не имеющей мировых аналогов, являются комбинированные режуще-шарошечные долота, разработанные КузГТУ и ИрГТУ.

Режуще-шарошечные долота (РШД) имеют как режущие, так и шарошечные породоразрушающие органы (рис. 2.19).

При этом в большинстве известных конструкций лапы 1 с шарошками 2 неподвижно закреплены на корпусе 3 долота, а режущие лопасти 4, расположенные между шарошками, опираются на упругий элемент 5 в виде стальных пружин (тарельчатых или спиральных), резинового амортизатора или воздушной подушки.

При бурении слабых пород режущий орган (расположенный ниже шарошек) под действием осевого усилия, передаваемого через пружину, внедряется в породу и долото работает.

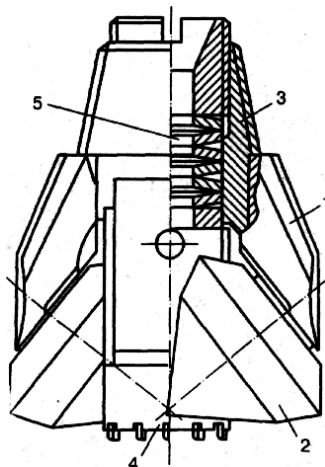


Рис.2.19. Режуще-шарошечное долото

как режущее. На крепких породах увеличившееся осевое усилие сжимает пружину, и в контакт с забоем вступают зубья шарошек.

В известных конструкциях шарошечных долот шарошки вращаются вокруг жестко зафиксированных осей (цапф) и не могут перемещаться, что

исключает их перенастройку при изменении крепости буримых пород. Исключить этот недостаток и существенно повысить эффективность бурения различных по крепости пород позволяет шарошечное долото, разработанное на той же кафедре горных машин и комплексов КузГТУ (рис. 2.20).

На корпусе 1 долота установлены лапы 2 с дисковыми шарошками 3. С корпусом при помощи подвижного соединения типа «ласточкин хвост» (сеч. А-А) сопряжены подвижные лапы 4 с зубчатыми шарошками 5.

Между корпусом и подвижными лапами установлены тарельчатые пружины 6. При бурении слабых пород лапы 4 под действием пружины смещаются вниз и вперед по направлению вращения долота (рис. 2.20, δ) относительно оси 1-1 долота на величину $e = 5 - 12$ мм. Поскольку вершины конусов

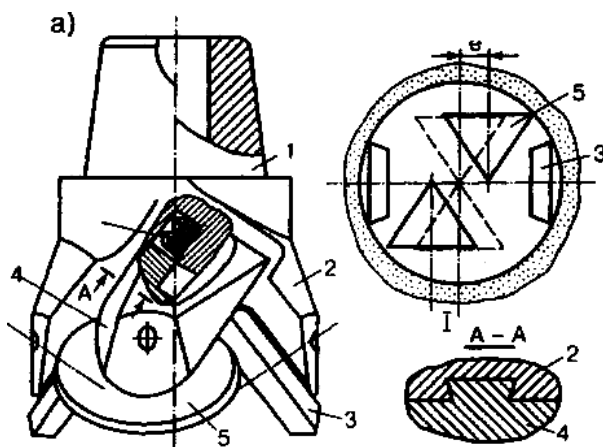


Рис. 2.20. Самонастраивающееся шарошечное долото

шарошек при этом не совпадают с осью скважины, то шарошки будут перекашиваться по забою с проскальзыванием, что способствует эффективному разрушению слабых пород.

С увеличением крепости породы возрастет сопротивление перекачиванию шарошек, и они, преодолевая сопротивление пружин, будут перемещаться вверх и к центру скважины (в положение, указанное пунктиром на рис. 2.20, δ), что исключит их проскальзывание и обеспечит эффективное разрушение пород повышенной крепости.

Применение такого самонастраивающегося шарошечного долота позволит увеличить скорость бурения и эффективно бурить как слабые, так и более крепкие породы без замены.

Таким образом, повышения стойкости породоразрушающих элементов буровых долот, увеличения скорости бурения и снижения энергоемкости процесса разрушения пород на забое скважины можно в ряде случаев достичь, делая породоразрушающие органы долот подвижными. При этом подвижность резцов различных типов и шарошек в долотах обеспечивается за счет использования стальных рессорных, тарельчатых или спиральных пружин и резиновых амортизаторов.

Результаты испытаний опытных образцов описанных выше долот показали их работоспособность и существенные преимущества по сравнению с серийно изготавливаемыми в настоящее время долотами.

ЛЕКЦИЯ №10. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ РАЗРАБОТОК

План:

1. Конвейерные и шинозащитные цепи.
2. Износостойкие конвейерные цепи.
3. Новые шинозащитные цепи

Цель лекционного занятия: *изучение машин и оборудования для подземных разработок.*

Ключевые слова: *конвейерные цепи, шинозащитные цепи, износостойкие цепи, параметры цепей, применение материалов НО, методы термообработки, комбинированная цепь, преимущества комбинированных цепей, сварное звено, кованое звено, двухцепной конвейер, классы машин, грузоподъемность машин.*

Конвейерные и шинозащитные цепи.

Существенное повышение ресурса конвейерных цепей только путем изменения технологии и уже апробированных температурных режимов тепловой обработки материалов для их изготовления невозможно без увеличения диаметра прута (калибра цепи). Вместе с тем, совершенствование методов термообработки может быть вполне оправданным, если она используется, например, для улучшения качества поверхности закруглений звеньев с целью уменьшения абразивного износа. Однако с повышением прочности (увеличением разрушающей нагрузки) стандартных материалов, используемых для изготовления цепей, снижается их пластичность, цепи становятся более хрупкими при ударных нагрузках. Это является существенным препятствием при создании новых материалов, предназначенных для производства цепей.

Как известно, основными параметрами конвейерных цепей, применяемых в горно-добывающей отрасли, являются прочность или разрушающая нагрузка, а также пластичность или удлинение при разрыве.

Германская фирма J.D. TheileGmbH&Co. KG (J.D.T.) выпускает цепи различного назначения, которые успешно применяются на многих шахтах мира. В настоящее время специалистами фирмы разработана новая технология производства конвейерных цепей повышенной прочности и износостойкости из нового особопрочного материала НО (нем. Nochoptimisiert - высокооптимизированный), отличающийся по химическому составу от известных сплавов.

Износостойкие конвейерные цепи.

Разработанный на базе высококачественных сталей новый материал НО позволил повысить прочность цепей (рис.10.1) и, тем самым, увеличить разрушающую нагрузку и их ресурс. Одновременно материал НО имеет настолько высокую пластичность, что уменьшение температуры его термообработки практически не влияет на прочность цепей.

Это позволяет их производителю учитывать специфику применения цепей при выборе варианта тепловой обработки.

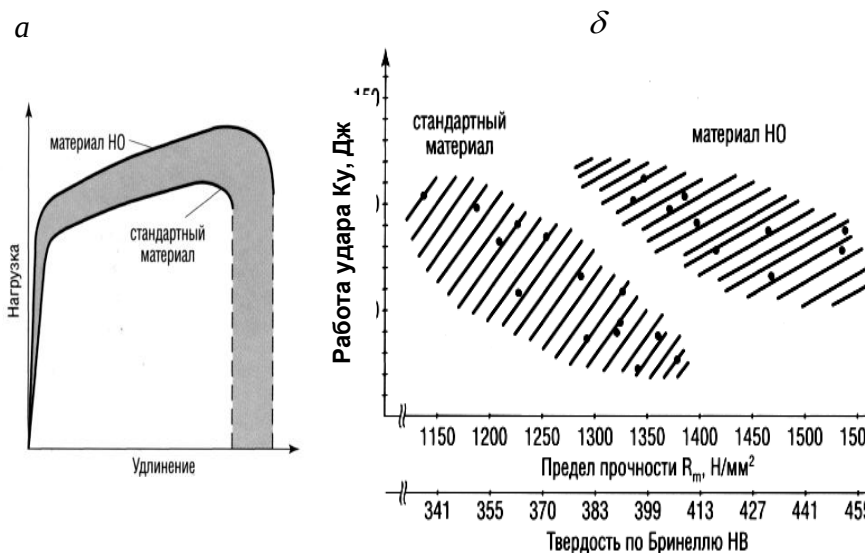


Рис.10.1. Диаграмма «нагрузка-удлинение» (а) и области механических характеристик (б)

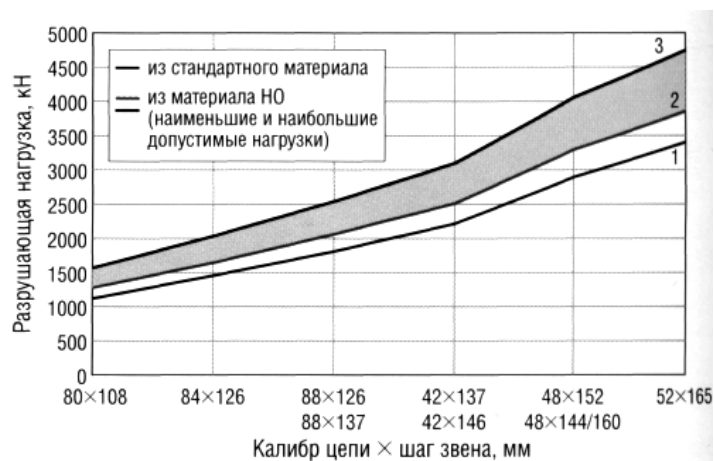


Рис.10.2. Зависимость разрушающих нагрузок для различных типов цепей

На рис.3.2 представлена зависимость разрушающей нагрузки конвейерных цепей, изготовленных из материала НО и стандартного материала, от их типоразмеров. Применение материала НО позволяет не только получить более высокие значения основных параметров цепей, но и, как следствие, придать им при соответствующей тепловой обработке специальные свойства в зависимости от условий их применения. На практике

это может, например, означать, что для цепи, которая при эксплуатации будет подвергаться пиковым нагрузкам ярко выраженного динамического характера, более подойдут свойства, обозначение линией 2, в то время как для транспортирования грузов с повышенной абразивностью целесообразнее применять цепь, имеющую свойства, показанные линией 3.

Очень часто для повышения прочности конвейерных цепей предлагается использовать специальные методы термообработки. Примером этого могут служить различные варианты процесса отпуска при улучшении качества закруглений звеньев. Фактическое различие в прочности цепей, выполненных из стандартного и особопрочного материала НО, видно из зависимостей, представленных на рис. 10.3.

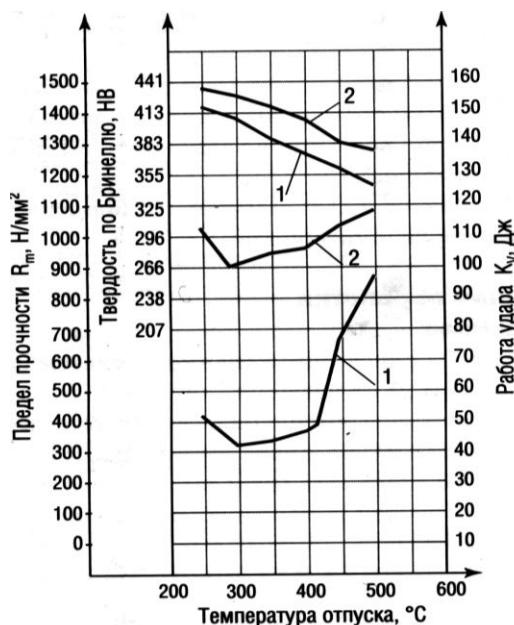


Рис 10.3. Зависимость изменения механических характеристик цепей $\phi 34,5$ мм из материалов

«1,6758» (1) и НО (2) при закаливании 900^0 С и их отпуске в воде

Как видно на рис. 10.3, для запатентованного J.D.T. материала НО характерно более высокое значение прочности, а для стандартного более резкое снижение пластичности при температуре отпуска ниже 450^0C . Цепи из материала НО, прошедшие термообработку с использованием тех же температур, имеют вдвое большие значения пластичности. При этом разница ее значений для закругления и полки крайне мала.

Сравнительные испытания центрально расположенных на конвейере цепей типоразмером 30X108 мм из стандартного материала и материала НО были проведены на одной из немецких шахт в режиме одновременной работы. При этом, стандартные цепи были заменены дважды, а из материала НО - один раз; ресурс и разрушающая нагрузка у цепей из материала НО - больше, а удлинение - значительно меньше (рис. 10.4).

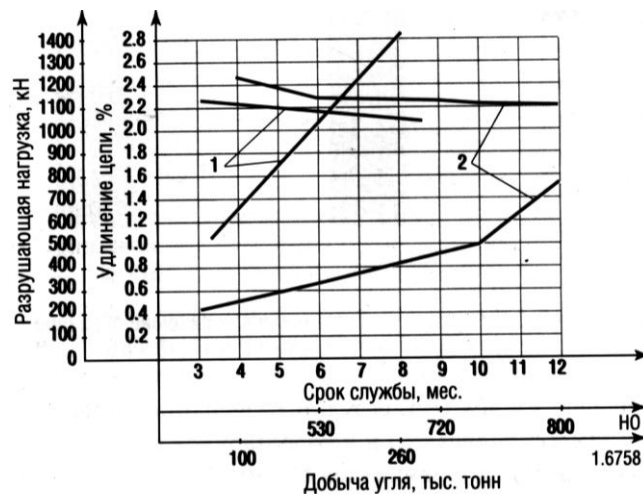


Рис.10.4.Зависимость изменения разрушающей нагрузки и удлинения стандартной цепи (1) и цепи из материала НО (2) на конвейере с центрально расположенными цепями

Стандартные цепи с повышенными прочностными характеристиками быстрее выходят из строя под воздействием коррозии, если для увеличения их прочности используются различные методы тепловой обработки, отрицательно влияющие на пластичность материала.

J.D.T. предоставил образец из материала НО (предел прочности R_m — 1350 Н/мм; твердость по Бринеллю $HB = 399$) одному из независимых институтов Германии для проведения испытаний на устойчивость против коррозии в сравнении со стандартным материалом, соответствующим нормам DIN 171.15 ($R_m = 1250$ Н/мм, $HB = 370$). Оба материала были проверены на их разрывные свойства в результате коррозии.

На рис. 3.5 приведены результаты испытаний в нормальной атмосфере (воздух) и в коррозионной среде (соленая вода с разницей потенциалов 310 мВ). Относительное сужение при разрыве Z находится в прямой зависимости от пластичности материала.

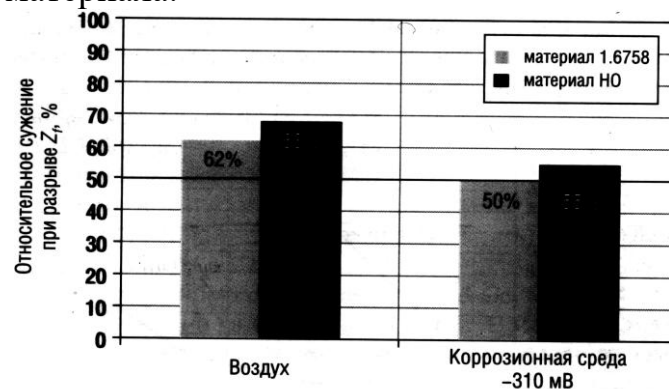


Рис.10.5.Результаты испытаний на растяжение при разрыве образцов из материалов 1,6758 по нормам DIN 17115 и НО

Так как материал НО хорошо поддается ковке, появилась возможность изготавливать из него также и замки и, таким образом, создавать соединения

и зацепления с одинаковыми механическими и химическими свойствами и увеличить срок службы звеньев, замков и звёздочек.

Увеличение ресурса цепи можно достичь также путем улучшения геометрии звена. Примером этого является комбинированная цепь J.D.T. 42 х 146 мм (рис 3.6) состоящая из кованого вертикального и сварного горизонтального звеньев. Использование такой конструкции вертикального звена позволяет усилить самую слабую область - переход «полка - закругление». При этом могут быть улучшены и контактные свойства полки, что приводит к снижению давления на поверхность, уменьшению износа и сокращению вытяжки в процессе отпуска.

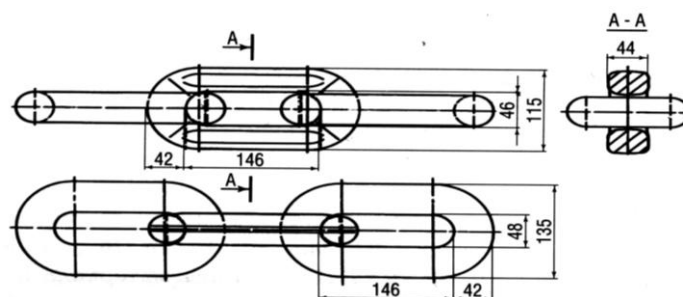


Рис. 10.6. Комбинированная цепь J.D.T. 42 X 146 мм

Преимущества комбинированных цепей:

- лучшее соприкосновение с элементами звездочки;
- при одинаковых размерах улучшенные показатели контакта звеньев и звездочки;
- низкая нагрузка на поверхности контакта звеньев;
- уменьшение износа звеньев;
- оптимальные условия сочленения;
- возможность с использованиемковки выбирать оптимальные размеры критических контактных зон.

Сварное горизонтальное звено имеет оптимальную форму с уменьшенными нагрузками в закруглениях, что позволяет наилучшим образом передавать усилия от звездочки.

Кованое вертикальное звено имеет меньшую высоту и увеличенный ресурс. При его использовании уменьшается растяжение цепи при набегании на звездочку, а также снижаются нагрузки на цепь.

Комбинированные цепи J.D.T. могут изготавливаться различных типоразмеров и материалов.

Таким образом, повышение ресурса конвейерных цепей не обязательно должно быть связано с увеличением размеров цепи. Благодаря созданию нового особо прочного материала НО появилась возможность производить долговечные цепи, использование которых приводит к значительному снижению стоимости работ по добыче полезного ископаемого, позволяет за счет снижения числа отказов повысить производительность конвейера и

снизить энергоемкость транспортирования. Цели из нового материала НО имеют значительно больший ресурс, в то время как их цена не намного выше цены стандартных цепей.

Улучшение геометрии звена цепи и применение горячего оцинкования, как средства антикоррозийной защиты, также способствуют увеличению долговечности конвейерных цепей.

Поэтому при изготовлении цепей, производимых фирмой J.D.T. , одновременно применена антикоррозийная защита с помощью горячего оцинкования и улучшена геометрическая форма звеньев.

Двухцепной конвейер шахтного самоходного вагона 5ВС 15 М производства АО «Рудгормаш» с пластинчатой цепью заменен на конвейер с моноклитным рештаком и трехрядной корабельной цепью с шахматным расположением скребков (рис. 10.7) для любой крепости и кусковатости пород, что исключило порывы цепи, увеличило его производительность [2]

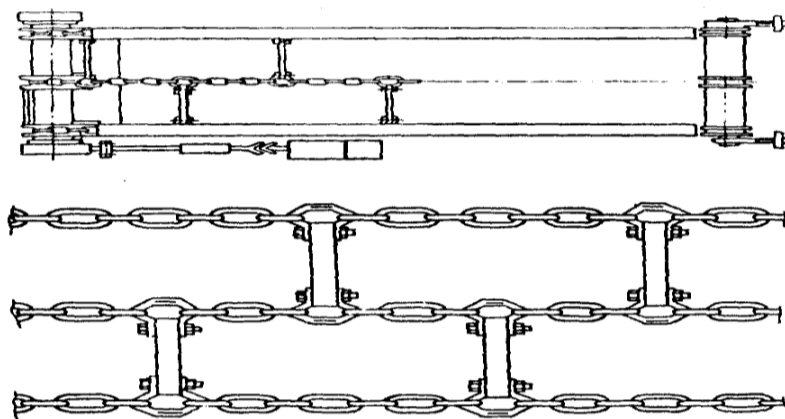


Рис. 10.7 Трехрядная корабельная цепь с шахматным расположением скребков

Новые шинозащитные цепи

Цепь фирмы RUD

В последние годы на Норильском горно-металлургическом комбинате и других горно - добывающих предприятиях применяются шинозащитные цепи фирмы RUD. Ниже рассматривается фактический материал по применению шинозащитных цепей на колесных погрузочно - доставочных машинах (ПДМ), эксплуатирующихся на Норильском ГМК.

Условия работы техники. Добыча полиметаллических медно-никелевых руд в шахтах флагмана российской цветной металлургии отличается сложными горнотехническими условиями.

На доставке горной массы при очистной выемке и проходке горных

выработок используются колесные ПДМ. Условия работы пневматических шин характеризуются относительной влажностью воздуха 75—100%, постоянной обводненностью выработок, температурой воздуха до +35⁰С, кислотной агрессивностью шахтных вод, постоянным присутствием в шахтном воздухе тонкодисперсной пыли, которая обладает электропроводностью и снижает устойчивость металла к коррозии.

Руда и вмещающие породы средней абразивности, коэффициент крепости по Протоdjяконову 15—18. Объемный вес отбитой руды составляет 2.9 т/м³, а породы — 1.95 т/м³. Максимальный размер куска — 500 мм.

Применяемые машины. В общей сложности на подземных рудниках Норильска работает около 160 единиц погрузочно-доставочных машин.

По грузоподъемности машины разделяются на три класса:

- до 4 тонн, размер колес 14.00 — 24L4
- до 7 тонн, размер колес 18.00 — 25L4
- до 12 тонн, размер колес 26.5 — 25L4.

Скорость движения ПДМ варьируется от 10 — 15 до 20 — 25 км/час. Плечо доставки составляет от 50-70 до 180-220 метров, а продольные уклоны трасс колеблются от 5 до 20%.

Технические результаты работы шин без шинозащитных цепей. В рабочем цикле движения ПДМ с заполненным ковшом нагрузки на передние шины достигают значений 4,5, 8 и 15 тонн.

ПДМ оснащены шинами производства Днепрошина и Bridgestone. Это шины диагональной конструкции, свободно выдерживающие указанные выше рабочие нагрузки. Применение диагональных шин обусловлено их относительно невысокой ценой по сравнению с радиальными шинами того же размера и назначения. Конструктивные особенности радиальных шин, имеющих стальные полосы в качестве элемента конструкции, делают их дороже и прочнее, но остаются невостребованными при работе с шинозащитными цепями. Именно цепи обеспечивают защиту от пробоев, ускоренного истирания, расслоений от перегрева.

Сроки ходимости шин без цепей по всем трем размерам не превышают в среднем 450 — 600 мото-часов, что составляет около одного машино-месяца. Преимущественной причиной выхода шин из строя является их нормальный износ, реже — порезы протектора и боковин на острых кромках обломков из просыпей и вывалов.

Восстановимые повреждения, случающиеся до истечения срока нормального износа, оперативно устраняются. Затраты на восстановление составляют около 10% первоначальной стоимости шин. Во время ремонтов случаются длительные простои машин, которые могут быть сведены к минимуму только за счёт хранения на складе достаточного количества запасных шин.

Технические результаты работы с шинозащитными цепями. На Норильском ГМК применяются шинозащитные цепи фирмы RUD следующих конструкций:

на шинах «14.00» используются цепи типа MB — 11 Special, имеющие плоскую гладкую форму рабочего звена и четырехзвенную конфигурацию сетки цепи (рис. 10.8, а). Размеры рабочих звеньев (Д x Ш x В) — 63 x 36 x 21 мм, толщина соединительного кольца составляет 11 мм. Цепью защищено около 73% площади поверхности протектора и боковин шины;

на шинах «18.00» и «26.5» используются цепи типа R 69 Special с рабочими звеньями в виде колец и четырехзвенной конфигурацией сетки цепи. Диаметр рабочего звена — 56 мм, толщина соединительного кольца — 13 мм (рис.3.8,б). Цепь закрывает около 86% площади протектора и боковин.

Средние сроки ходимости составляют 4500 мото-часов или 10 машино-месяцев для шин «14.00» и 3500 мото-часов или 9 машино-месяцев (примерно 400 мото-часов за один машино-месяц) для шин «18.00» и «26.5». Сроки ходимости шин под цепями увеличиваются в 12 — 15 раз. Шина перестает быть элементом ходовой части машины и служит лишь основой для стальной защитной «кольчуги»,

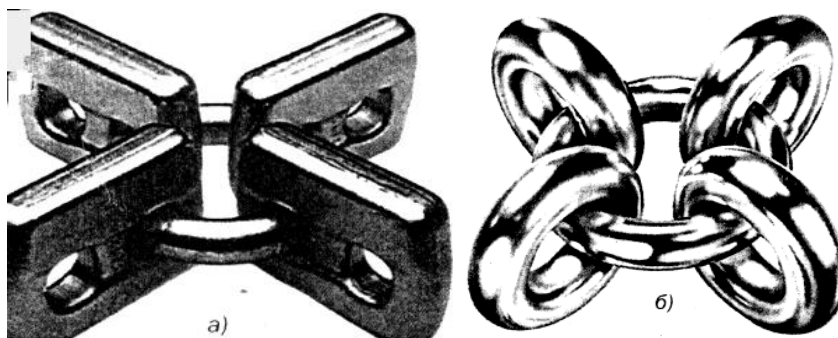


Рис.10.8. Конструкции четырехзвенных пластинчатой (а) и кольцевой (б) цепей

которая воспринимает изнашивающее воздействие породы, ПДМ также приобретает новые качества, совмещая маневренность колесной машины, с одной стороны, и проходимость и защищённость гусеничного транспортного средства с другой.

Техническое обслуживание цепей заключается в периодическом подтягивании «провисающей» сетки. Потребность в подтягивании возникает после истечения первой четверти срока службы цепи, т.е. после первых 1000-1200 мото-часов. Периодичность подтяжки — не чаще чем 1 раз в 3 — 4 смены, время на подтяжку цепей на одной машине не превышает 0,5 часа. Ремонт цепей сводится к замене рабочих колец, располагающихся в области центральной оси окружности колеса. Замена звеньев производится без демонтажа цепи, прямо на колесе.

Кроме очевидного удобства, безаварийности и повышения эф-

фективности производства, применение цепей непосредственно способствует росту объемов добычи, поскольку цепи позволяют применять ПДМ на крупнообломочном высокоабразивном материале без риска повреждений шин. Без шинозащитных цепей это требует дополнительных затрат на подготовку трасс движения, включая необходимость приобретать специальную технику для этих целей.

Машина с цепями обладает более высокой приемистостью, что обеспечивает полное наполнение ковша уже с первого заезда. При этом не требуются повторные переключения, экономится горючее. При движении машина с цепями обладает повышенной устойчивостью на продольных и поперечных уклонах, что повышает удобство управления машиной и, в конечном итоге, положительно сказывается на сменной производительности. Снижаются затраты на работы по нивелированию уклонов.

Несложный экономический анализ позволяет оценить эффективность применения шинозащитных цепей.

Экономическая эффективность оценивается сопоставлением следующих величин:

- А) суммы фактических затрат на приобретение X штук шин плюс затраты на X штук цепей.
- Б) суммы расчетных затрат на приобретение N x X штук шин, где N — отношение срока ходимости шины с цепью к сроку ходимости шины без цепи.

В самом первом приближении значение N можно приравнять к соотношению между механической прочностью на истирание стали к прочности каучука.

Выражение $B - A$ показывает величину абсолютной экономии средств, а выражение $\frac{B - A}{A}$ характеризует величину эффективности затрат в процентах.

Приведем отвлеченный пример:

1. *Шины работают с цепями.* Потребуется на 3 машины: 12 шин стоимостью по 6500 USD. Итого 78000 USD.

12 цепей стоимостью по 11400 USD. Итого 136800 USD. Сумма фактических затрат на шины и цепи составит 214800 USD.

2. *Шины работают без цепей.* Шина без цепи служит 900 мото-часов, шина под цепью служит 3500 мото-часов.

Тогда $N = 3500/900 = 3.88$.

Сумма расчетных затрат $B = 3,88 \times 12 \text{ шин} \times 6500 \text{ USD} = 302640 \text{ USD}$.

Разность $B - A = 87840 \text{ USD}$. Это — абсолютная экономия.

Отношение $B - A/A = 87840/214800 = 0.408$ или 41%.

Применение этого стандартного алгоритма расчета эффективности на фактических цифрах Норильского ГМК суммарно за два года позволяет сделать следующие выводы:

- 1. По двум меньшим размерам шин относительная экономия составила: «14.00» — 46.4% ; «18.00» — 42.5%.
- 2. Для шин размера «28,5», импортного производства:

$A = 4.8 — 5.5$ млн.долл.США;

$B = 6.4 — 7.3$ млн. долл.США.

Абсолютная экономия по максимальным цифрам составила 1.8 млн. долл.США, относительная экономия — 32.7%.

3. Усредненное по трем размерам шин значение (без учета количества шин по каждому размеру) дает величину средней по предприятию относительной экономии 40.5%.

Следует отметить, что расчет сделан без учета влияния таких факторов, как:

- отсутствие затрат на ремонт шин;
- применение недорогих диагональных шин вместо радиальных;
- применение шин с протектором L 2 или L 3 вместо L 4 или L 5;
- экономия горючего;
- снижение затрат на содержание трасс движения;
- общий рост производительности горных работ.

Учет этих факторов выводит расчет конечной экономии на уровень 43-45%.

Таким образом, многолетняя практика Норильского ГМК подтверждает, что шинозащитные цепи фирмы RUD реально помогают устранить проблемы износа шин и снизить производственные затраты, связанные с эксплуатацией колесной погрузочно-доставочной техники.

6. Цепь фирмы PEWAG

Фирма PEWAG выпускает кольцевые цепи RINGSTAR, предназначенные в качестве мощного и экономичного средства защиты шин на крупнотоннажной колесной погрузочной и бульдозерной технике.

Кольцевым цепям все чаще и чаще отдается предпочтение перед плоскостными цепями, поскольку кольцевые цепи позволяют получить высокий экономический эффект.

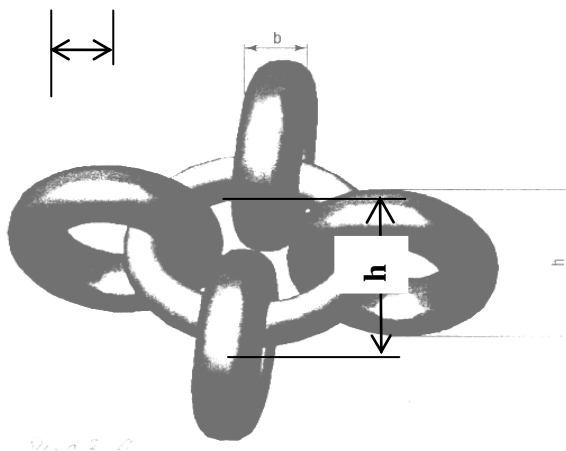


Рис.10.9.Фрагмент элемента цепи четырехзвенной
Конфигурации.

Ширина: $b = 21$ мм; высота: $h = 67$ мм

Главная особенность кольцевой конструкции (рис.10.9) заключается в том, что рабочее звено, выполненное в виде кольца, изнашивается гораздо медленнее аналогичного по весу рабочего звена, выполненного в виде пластины. При движении машины рабочие кольцевые звенья, находящиеся в данный момент в «пятне сцепления», вращаются вокруг оси соединительного кольцевого звена, подобно роликам в подшипнике. Трение скольжения здесь заменено на трение качения, что энергетически гораздо выгоднее: чем меньше трение - тем меньше износ.

Иначе говоря, если взять два одинаковых по весу, но разных по форме звена, одно из которых - плоское, второе - кольцевое, то второе будет служить до полного износа на 30-40% дольше первого.

Помимо повышенной долговечности, цепь кольцевой конструкции имеет множество других весьма важных в техническом отношении преимуществ, главными из которых являются:

- гораздо более плотная сетка цепи, или, что то же самое, гораздо меньшие просветы между звеньями. Минимальный просвет сетки составляет всего 4.4 см, это означает, что фрагменты породы диаметром 4 см не смогут повредить шину;

- увеличенное на 40-50% (по сравнению с плоскозвенными цепями) количество элементов, приходящееся на 1 м² сетки. Это означает, что нагрузка от веса машины лучше рассредоточена между точками контакта звеньев и грунта, удельная нагрузка на 1 контакт снижена, износ происходит медленнее, срок службы цепи растет;

- кольцевая цепь обладает лучшими показателями по противоскольжению, поскольку имеет большее количество точек контакта с грунтом. Это качество приобретает особое значение для подземных машин, когда приходится преодолевать крутые уклоны, и почва горной выработки сложена вязким слоем «закладочных пород»;

- несмотря на относительно малые просветы между звеньями, кольцевая цепь имеет более высокую способность к самоочистке от глинистого мелкозема, забивающего сетку цепи;

- соединительные кольца изнашиваются равномерно по всей внутренней поверхности, благодаря тому, что при движении машины рабочие звенья не только вращаются вокруг осей соединительных звеньев, но и смещаются вдоль этих осей. Это приводит к отсутствию зон постоянного контакта, где плоские рабочие звенья «пропиливают» в соединительных кольцах углубления, приводящие к разрушению цепи;

- при наездах на препятствия (крупные глыбы, куски скальных пород), сравнимые по размерам с 0,1-0,4 диаметра колеса, кольцевая цепь проявляет эффект, который максимально близко можно описать словом «эластичность», это проявляется в своего рода «обволакивании» препятствия цепью (а следовательно - и шиной). Это снижает воздействие на шину, нивелируя «пиковую» локальную нагрузку на элементы конструкции шины,

сберегая шину;

- если посмотреть на кольцевую цепь со стороны шины, то здесь также можно увидеть преимущество: перекатывающиеся по протектору кольцевые звенья не оказывают на протектор столь сильного воздействия, как это происходит с углами плоских рабочих звеньев. Это весьма благоприятно сказывается на шине, продлевая ее ресурс. Кроме того, становится вполне допустимым и реальным устанавливать под цепь шины с низким протектором L2 (E2) вместо L5 (E5), что влечет дополнительную экономию эксплуатационных затрат.

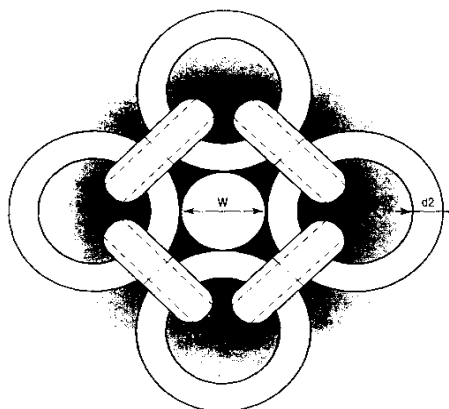


Рис.10.10. Шинозащитная цепь тип RINGSTARGRT 16
четырёхзвенная конфигурация:

- диаметр соединительного кольца:

$d2 = 14 \times 18$ мм;

- просвет сетки: $W = 44$ мм.

Кольцевые цепи RINGSTAR (рис. 10.10) производства PEWAG, несмотря на внешнюю простоту, являются продуктом высочайших технологий, применяемых на очень немногих европейских предприятиях.

В табл.3.1 приведены основные технические показатели новой цепи.

Таблица 10.1

Основные технические показатели цепи

Просвет сетки минимальный, мм	44
Количество рабочих звеньев на 1 м ² сетки, шт	252
Масса износа, приходящаяся на 1 м ² сетки, кг	52.92
Вес 1 рабочего звена, кг	0.36
Масса износа 1 рабочего звена, кг	0.21
Отношение «масса износа/вес звена»	59%
Толщина поверхностного упрочненного слоя, мм	1.9
Твердость стали в упрочненном слое, ед. Виккерса	800
Размеры соединительного кольца, мм:	
- наружный диаметр кольца	54

- диаметры тела кольца (в поперечн. сечен - эллипс)	14x18
Площадь поперечного сечения тела кольца, мм ²	167
Материал звеньев	Сталь легированная Mn-Cr-Ni

Площадь сечения соединительного кольца составляет 167 мм². Интересно то, что уменьшение этой площади на каждые 10% влечет за собой снижение срока службы цепи на 20-30%.

Другой пример: отношение массы износа к весу «целого» звена. Фактически это основной прямой показатель долговечности и экономичности цепи. Каждые 2-3% уменьшения этого показателя «укорачивают» срок службы цепи на 10-15%.

Все приведенные в таблице «качественные» показатели выгодно отличают цепь RINGSTAR от аналогичных по конструкции цепей других производителей.

Эти параметры могут быть использованы для сравнения аналогов и по параметру «цена» - «качество». Цены у PEWAG заметно ниже, причем в той же мере, в какой выше технические показатели.

Хорошим примером высокой эффективности применения шинозащиты может служить корпорация «КАЗАХМЫС». Кольцевые цепи RINGSTAR прошли серьезную проверку на прочность и долговечность в медных шахтах Джезказгана. Цепи испытывались на колесных погрузчиках CATERPILLAR 980 F, на шинах размера 26.5-25 L2+ производства GOODYEAR. За период испытаний «декабрь 2000 г. - сентябрь 2001 г.» срок службы цепей в среднем составил 5460 мото-часов. Шины, не защищенные цепями, редко «доживали» до 1000-1200 мото-часов.

Высокопроизводительная горная техника для угольных шахт

Топливо-энергетический комплекс государств мира в подавляющем большинстве случаев основывается на собственных ресурсах. США добывают ежегодно 900 млн. т угля, внутреннее потребление составляет 800 млн. т. Твердое топливо составляет более двух третей в потреблении первичной энергии в таких странах, как Дания, Австралия, Польша, Чехия, Словакия, Китай и др. Анализ тенденции мировой энергетики показывает, что роль угля в топливно-энергетическом комплексе будет непрерывно повышаться.

Главный энергоноситель на Украине - уголь, его доля составляет 90% всех запасов энергоресурсов этого государства.

В 2000 г. добыча угля на Украине составила 70 млн. 472 тыс..т, при этом добыча из комплексно – механизированных забоев достигла 61.млн 351 тыс. т, что более чем на 2 млн т выше, чем в 1999 г. Среднесуточная нагрузка на КМЗ составила в 2000 г. 658 т, против 586 т в 1999г.

Выход в ближайшие 8-10 лет на объем добычи угля в 100 млн. т, который необходим для развития энергетики и других отраслей экономики Украины, возможен только при создании и внедрении высокопроизводительной и надежной горной техники с производительностью 5-10 тыс.т в сутки и ресурсом, в 2-3 раза превышающим ресурс применяемого шахтами оборудования.

Перспективные шахты Украины уже оснащаются высокопроизводительными комплексами МКД 90 (рис.3.11).

Среднесуточная добыча а) на каждый КМЗ из всех 33 действующих комплексно- механизированных забоев составила 1359 т (в 2 раза выше, чем в среднем по отрасли), а на одной лаве на шахте «Краснолиманская» в 1999г. средняя нагрузка составила 3000 т/сут, максимальная- 5530 т/сут.

В 2000 г. стабильно высокие показатели достигнуты комплексами МКД 90 на шахтах им. А.Ф. Засядько, "Краснолиманская", "Красноармейская - Западная" и им. Бажанова ГХК "Макеевуголь", им. В.В. Вахрушева ГХК "Ровенькиантрацит", им. Стаханова ГХК «Красноармейск-уголь»: средняя нагрузка составила 2000 т/сут при максимальной суточной до 5000 - 6000 т и сменной 900 т, что свидетельствует о высоких резервах эксплуатационной произ-



Рис.10.11. Механизированный комплекс МКД 90 водительности этой техники.

По данным отраслевой статистики, эксплуатация пяти комплексов МКД 90 с соответствующей проходческой техникой и транспортными средствами дает годовой прирост добычи угля 1-1,5 млн т, что равносильно вводу новой шахты.

Угольная промышленность Украины в 2000 г. благодаря комплексам МКД 90 получила прирост плановой добычи в 7 млн.т. Только ежегодный ввод в эксплуатацию 15-20 комплексов типа МКД 90 позволит наращивать объем добычи угля на 4-5 млн.т. Поэтому перспектива за 3-4 года решить

вопросы добычи необходимого для Украины угля является вполне реальной

Для условий шахт Украины институт «Донгипроуглемаш» (г.Донецк) разработал двухстоечную однорядную крепь КДД с высоким коэффициентом гидравлической раздвижности для применения на пластах с большими колебаниями мощности. Она обладает высокой несущей способностью, надежностью, повышенной ремонтпригодностью, удобна в обслуживании благодаря наличию двух проходов между навесным оборудованием конвейера и стойками. На шахте «Краснолиманская» в декабре 2000 г. завершены приемочные испытания крепи 1КДД. Длина лавы - 260 м, вынимаемая мощность пласта -1,2-1,35 м. На 01.09.2001 поджигание лавы - 938,2 м. Добыто 539,272 тыс. т угля, максимальная суточная нагрузка 3300т.

Для расширения области применения двухстоечных однорядных крепей Донгипроуглемашем разработана документация на экспериментальные секции крепи ДТ с несущей способностью 700-800 кН/м². Дружковский машиностроительный завод приступил к изготовлению секций ДТ для последующего их испытания в шахтных условиях.

(рис.10.12) разработана институтом для отработки тонких и весьма тонких пластов мощностью 0,8-1,5м струговыми и комбайновыми комплексами. Она также имеет двойной проход между конвейером и стойками, эффективно работает в условиях неустойчивых кровель и слабых почв, имеет повышенную скорость крепления, оснащена механизмом



Рис.10.12.Механизированная двухстоечная щитовая крепь ДМ

подъема носка основания и короткими подвижными консолями с компактным механизмом передачи усилия от гидростоек. Комплекс МДМ в составе крепи ДМ, комбайна УКДЗ (новая разработка Донгипроуглемаша) и конвейера СП301 с мая 2001г. эксплуатируется на шахте им. А.Ф. Засядько.

Комбайн УКДЗ, опытный образец которого изготовлен на Новокраматорском машиностроительном заводе и работает на шахте им А.Ф. Засядько, имеет самые современные конструкторские решения: сопротивляемость угля резанию до 400 кН/м, возможность работы в самых сложных условиях (включения породы, наплыва кровли, нарушения сплошности пласта), расчетная долговечность силовых элементов редукторной группы - 15 тыс.ч (в 2 раза выше, чем у серийных комбайнов аналогичного назначения). Комбайн постоянно совершенствуется.

В течение последних пяти лет практически во всех высоконагруженных лавах применяются скребковые конвейеры повышенной надежности и ресурса: СП 301/90У и СП 326 с тяговой цепью калибром 24 и 26 мм; СПЦ273 и СПЦ230 с тяговой цепью 26 и 30 мм, освоенные Харьковским заводом «Свет шахтера».

Донгипроуглемаш разработал и передал Новокраматорскому машиностроительному заводу изготовление скребкового конвейера КСД 28 (рис.10.13) нового технического уровня для высоконагруженных лав длиной 350 м. Конвейер оснащен приводными блоками с планетарным и планетарно - цилиндроконическим редуктором и двумя двухскоростными электродвигателями мощностью 250 кВт (соотношение скоростей 1:3). Калибр тяговых центрально расположенных цепей - 30 мм, рештачный став на базе нового спецпрофиля Н255 мм, ресурс – до 3 млн. т угля. Это первый в Украине конвейер производительностью 1000 т/ч., способный обеспечить нагрузку на лаву 10 тыс. т/сут.



Рис 10.13. Скребковый конвейер КСД 28

На базе КСД 28 институт разработал типовый конвейер КСД 27 (мощность двухскоростных электродвигателей 200

кВт, калибр тяговых цепей 30 мм, расчетная производительность - 840 т/ч и выше, ресурс - 3 млн. т); конвейер КСД 26 (соответственно мощность - 160 кВт, калибр-24 мм, расчетная производительность - 516 т/ч и более, ресурс - 1,5 млн.т). Завод «Донецкгормаш» уже изготовил опытный образец конвейера КСД 27, который будет испытываться в шахтных условиях, планируется изготовление опытного образца конвейера КСД 26.

Донгипроуглемашем за последние годы созданы проходческие комбайны нового технического уровня П 110 и П 220. С 1997 г. Новокраматорский машиностроительный завод

выпускает проходческие комбайны П 110 (рис.3.14) среднего класса, с 1999 г. - комбайны П 220 с повышенной энерговооруженностью и возможностью разрушать более крепкие породы. Комбайны обеспечивают темпы проходки 160 - 470 м/мес. при сечениях выработок 13 - 25 м² и крепости присекаемых пород до 70 - 100 МПа и отличаются эксплуатационной надежностью: на ряде шахт ресурс их превышает гарантийный в 3,5 - 4 раза. В январе 2001 г. на

шахте "Добропольская" ГХК "Добропольеуголь" комбайном П 110 пройдено 560 м конвейерного штрека сечением в проходке 12,9 м².

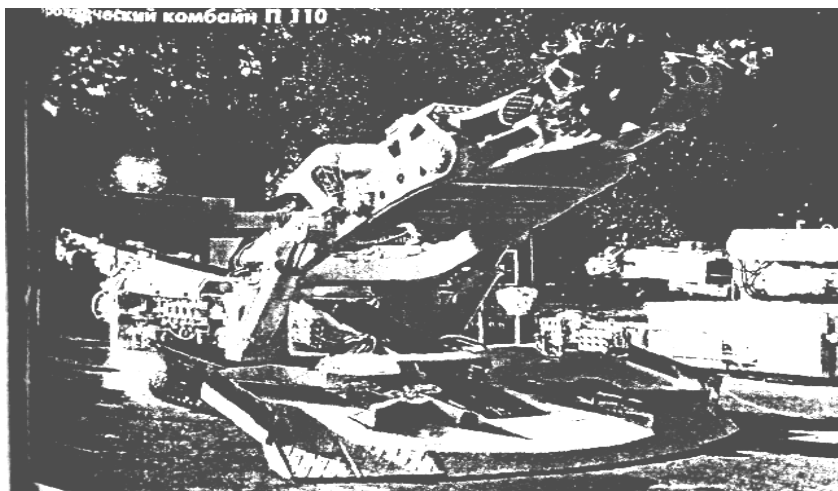


Рис.10.14. Проходческий комбайн П110.

При интенсификации добычи и скоростной проходке повышаются требования к вентиляции. Эффективное проветривание проходческих забоев длиной 2 и 2,5 км обеспечивают серийные вентиляторы местного проветривания ВМЭ2-8 и ВМЭ2-9 конструкции «Донгипроуглемаша».

Концентрация производства требует и существенного повышения нагрузок и эксплуатационной надежности средств доставки угля, в первую очередь ленточных конвейеров основного транспорта при интенсивных грузопотоках. Это может быть достигнуто только созданием нового, четвертого поколения конвейеров, объединенного в размерный ряд, построенный по наиболее совершенному принципу на основе современной материально-технической базы. С этой целью были разработаны перспективные направления и технические решения, соответствующие мировому уровню, которые зафиксированы в ГОСТ 28628-90 «Конвейеры шахтные ленточные. Общие технические условия».

В последние годы по этому стандарту созданы и освоены в серийном производстве на Краснолучском машзаводе и заводе «Донецкгормаш» наиболее массовые участковые конвейеры 1Л800, 1ЛТ 1000, 1ЛТП 800 и 1Л 1000. Их внедрение позволяет не только заменить 75% эксплуатируемых конвейеров, но и резко повысить технический уровень шахтного конвейерного транспорта в целом.

Шахтные электровозы с улучшенными эксплуатационными характеристиками

Основными разработчиками и поставщиками шахтных электровозов и электровозов для открытых горных разработок ранее были организации и предприятия Украины. Поэтому после распада СССР горные предприятия стали ощущать трудности с обновлением парка электровозов и обеспечением их запчастями. В связи с этим Всероссийский научно-исследовательский и

проектно-конструкторский институт электровозостроения (ВЭНИИ) разработал несколько типов электровозов для горной промышленности, а Новочеркасский электровозостроительный завод (НЭВЗ) подготовил производство для их серийного выпуска.

Первые новочеркасские шахтные электровозы КН10 и АРПН14 созданы на базе электровозов К10 Александровского и АРП14 Дружковского машиностроительных заводов. Технические параметры шахтных электровозов КН 10 и АРПН14 приведены в табл.10.2.

Таблица 10.2

Технические характеристики шахтных электровозов

Параметры	Единица измерения	Тип электровоза	
		КН 10	АРПН14
1	2	3	4
Источник тока		Контактная сеть	Аккумуляторная батарея 161ТНКШ550У5
Номинальное напряжение	В	250	185
Энергоемкость батареи	кВт - ч	-	120
Скорость в часовом режиме	км/ч	11,5	9,1
Мощность в часовом режиме	кВт	66	54
Сила тяги в часовом режиме	кН	23,5	21
Скорость в длительном режиме	км/ч	13,5	14,3
Мощность в длительном режиме	кВт	46	20,7
Сила тяги в длительном режиме	кН	12,2	5,4
Конструкционная скорость	км/ч	25	18
Число тяговых двигателей	шт	2	2
Масса электровоза	т	10	14
Ширина колеи	мм	600/900	900
Габаритные размеры:	мм		
- высота по крыше кабины		1650	1750
- ширина по раме		1050/1350	1360
- длина по буферам штыревых сцепок		4920	5860
Жесткая база	мм	1220	1635
Клиренс при новых бандажах, не менее	мм	100	70

Главное внимание при создании новых электровозов уделено повышению надежности и улучшению эксплуатационных характеристик.

Принципиальная схема контактного электровоза КН10 такая же, как и электровоза К10. Напряжение на тяговых двигателях регулируется путем их последовательного или параллельного включения, а также пусковым резистором. Для уменьшения толчков силы тяги в схеме электровоза КН10 предусмотрено 6 пусковых позиций при последовательном соединении тяговых двигателей вместо 5 у К10. С той же целью изменена разбивка

ступеней пускового резистора при параллельном соединении двигателей,

На электровозе КН10 установлен новый, специально для этого электровоза созданный, тяговый двигатель НБ 33/20. Это двигатель постоянного тока, четырехполюсный, последовательного возбуждения с самовентиляцией. Мощность двигателя в часовом режиме 33 кВт. в длительном — 20 кВт. Принципиальное отличие его от аналогов — использование новых нагревостойких изоляционных материалов. Рабочие характеристики тягового двигателя НБ 33/20 приведены на рис. 3.15.

Улучшены тормозные характеристики электровоза за счет применения специальных стальных вставок в тормозные колодки и увеличения на 30 %, по сравнению с электровозом К10, мощности тормозных резисторов. Для этого резисторные

элементы КФ заменены на ЛФ. Такое техническое решение позволило при увеличении мощности снизить объем и массу резисторных блоков примерно на 20 % и повысить их надежность.

Координация параметров обмоток трансформатора и дросселей стабилизатора позволяет электровозу работать при минимальном напряжении 160 В вместо 170.

Износостойкость зубчатых колес силового редуктора повышена в результате применения специальных режимов термоупрочнения, разработанных и проверенных при изготовлении и эксплуатации аналогичных узлов магистральных электровозов.

Создан новый контроллер машиниста КМ-7. Для повышения его надежности сконструирован новый контакторный элемент КЭ-8 (рис. 10.16),

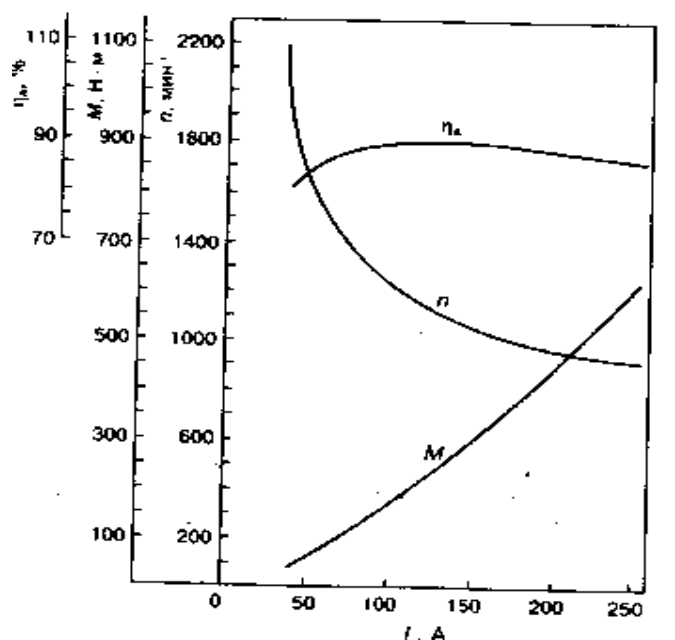


Рис.10.15. Рабочие характеристики тягового двигателя НБ-33/20

рассчитанный на работу при нормальном напряжении 250 В и длительном токе 200 А. Контактный элемент КЭ-8 взаимозаменяем с контактными элементами контроллера КС-303 электровоза К10. Взаимозаменяемы целиком и контроллеры КС-303 и КМ-7.

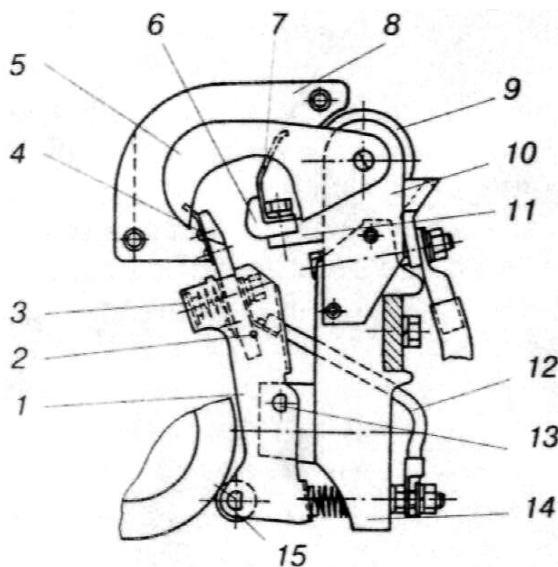


Рис. 10.16. Кулачковый контактор КЭ-8:

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1 — рычаг; | 9 — дугогасительная |
| 2 — ось; | катушка; |
| 3 — пружина; | 10 — боковина; |
| 4 — подвижный контакт; | 11 — держатель; |
| 5 — полюс; | 12 — гибкое соединение; |
| 6 — неподвижный | 13 — ось; |
| контакт; | 14 — изолятор; |
| 7 — рог; | 15 — ролик |
| 8 — дугогасительная | |
| камера; | |

Для обеспечения высокой надежности электровозов разработан ряд специальных устройств и стендов для контроля качества узлов и комплектующего оборудования в процессе их изготовления.

Опытные электровозы КН 10-900 и КН 10-600 прошли испытания и эксплуатационную проверку на шахтах «Майская» и «Южная» АО «Ростовуголь». Испытания показали полное соответствие электровозов техническим условиям. Опытная эксплуатация подтвердила их более высокую надежность по сравнению с К10, особенно в части электрооборудования. В связи с этим эксплуатационные пробеги электровозов КН10 в 2,5-3,0 раза превышают пробеги электровозов других изготовителей в одинаковых условиях.

Кроме двух опытных образцов изготовлена партия из 5 электровозов. Их эксплуатируют шахты АО Ростовуголь» и АО «Гуковуголь».

Разработана также документация и изготовлен опытный электровоз АРПН14. Силовая схема, механическая часть и в значительной степени электрическое оборудование этого электровоза такие же, как и у АРП14.

Принципиальное новшество — использование тягового двигателя НБ-23,5, созданного специально для электровоза АРПН14. Это четырехполюсный, взрывобезопасный двигатель с последовательным возбуждением и естественным охлаждением. Мощность в часовом режиме — 23,5 кВт, в длительном -9,4 кВт. Повышенная надежность двигателя обеспечивается современными видами изоляции и прогрессивными технологиями изготовления, аналогичными примененным при создании тяговых двигателей НБ-33/20 и тяговых двигателей магистральных электровозов. Рабочие характеристики тягового двигателя НБ-23,5 приведены на рис. 3.17

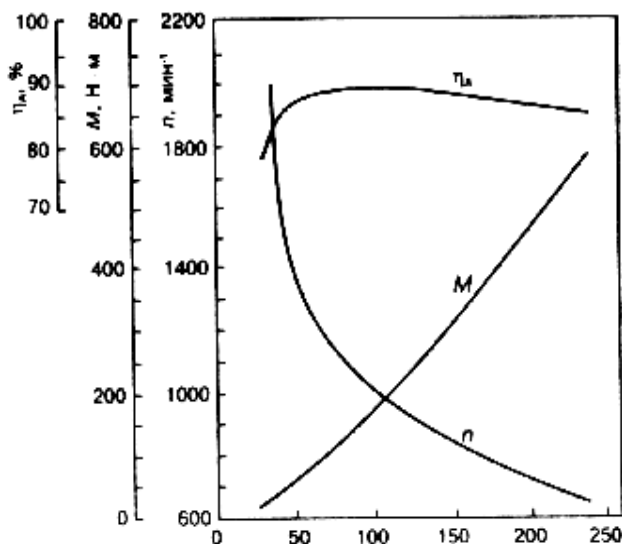


Рис. 10.17. Рабочие характеристики тягового двигателя НБ-23,5

Специальное оборудование рудничного транспорта

Для рудничного транспорта характерно разнообразие транспортных устройств, последовательно работающих в одном грузопотоке. Стыки однородных видов транспорта, например конвейеров, осуществляются сравнительно просто. Перегрузка с конвейера в вагонетки, из вагонеток в скипы, обмен вагонеток в клетях и др. связаны с маневровыми и погрузочно-разгрузочными работами, для механизации которых используют специальные машины и механизмы.

К специальным машинам и механизмам рудничного транспорта относится оборудование для разгрузки вагонеток, оборудование, служащее для передвижки и регулирования движения отдельных вагонеток или составов на конечных пунктах в местах загрузки и разгрузки вагонеток, в околоствольных дворах, на приемных площадках надшахтных зданий и на

обменных пунктах.

К числу специальных разнообразных машин, механизмов и оборудования, применяемых для механизации указанных технологических процессов на транспорте относятся: затворы, питатели, путевые стопоры и тормоза, опрокидыватели вагонеток, толкатели и маневровые лебедки, компенсаторы высоты, поперечные тележки.

Из указанного перечня оборудования ниже рассматриваются опрокидыватели для вагонеток, толкатели и компенсаторы высоты.

Опрокидыватели служат для разгрузки вагонеток путем их наклона или поворота в положение, обеспечивающее высыпание груза.

Опрокидыватели классифицируют по следующим признакам:

1) по способу разгрузки вагонеток — круговые; боковые со штоковым рабочим органом; боковые с поворотной платформой; лобовые;

2) по назначению — для разгрузки одиночных вагонеток; для разгрузки нерасцепленных составов без пропуска электровоза; для разгрузки нерасцепленных составов с пропуском электровоза;

3) по характеру работы привода — с непрерывной работой двигателя; с включением и выключением двигателя при каждом цикле;

4) по роду привода — электрические; гидравлические; пневматические;

5) по числу одновременно разгружаемых вагонеток — для одной и нескольких вагонеток;

Наиболее распространенными являются круговые опрокидыватели, которые позволяют полностью автоматизировать процесс обмена и разгрузки вагонеток.

На рис. 10.18 показан унифицированный круговой опрокидыватель, предназначенный для опрокидывания вагонеток без расцепки и потому имеющий продольную ось вращения, совпадающую с осью вращающейся сцепки вагонетки. Корпус («барабан») опрокидывателя состоит из двух частей, в которых устанавливается разгружаемая вагонетка. Кольца опираются на две пары роликов, из которых одна пара (приводная) после пуска электродвигателя вращается постоянно и трением о кольца приводит во вращение корпус, а другая — является поддерживающей. В конце полного оборота корпус слегка приподнимается с приводных роликов и застопоривается «фиксатором», так что приводные ролики вращаются вхолостую. При этом автоматически раскрывается смонтированный в опрокидывателе путевой стопор и при помощи толкателя (или самоката) порожняя вагонетка заменяется грузовой.

Последующий пуск опрокидывателя производится при помощи рукоятки выключением фиксатора, благодаря чему кольца снова входят в соприкосновение с приводными роликами, и барабан начинает вращаться.

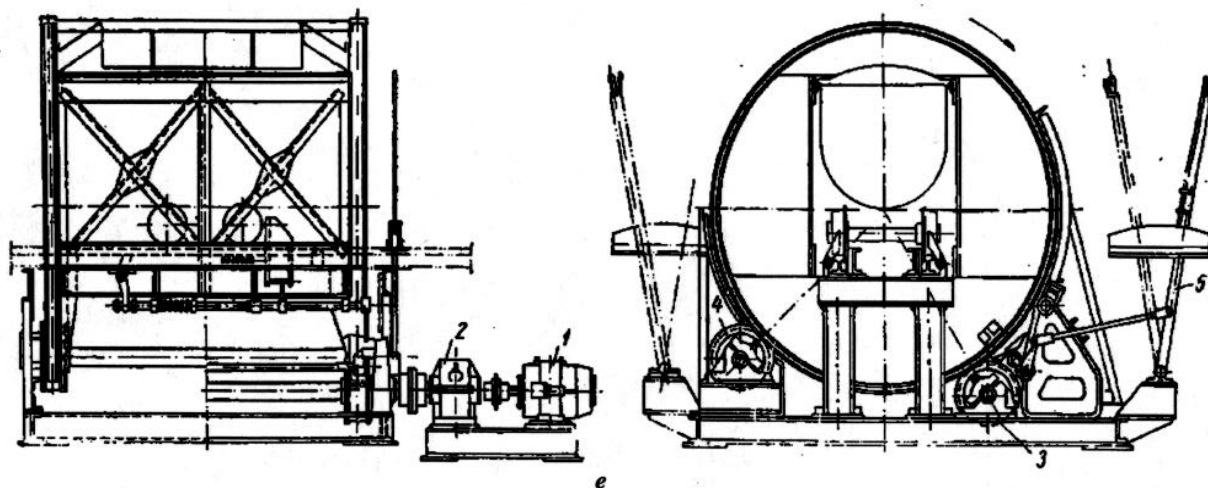


Рис. 3.18. Круговой опрокидыватель для нерасцепленных вагонеток:

1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — приводные ролики; 4 — опорные ролики; 5 — рукоятка управления

В некоторых конструкциях опрокидывателей управление башмаком производится дистанционно с помощью электрогидравлического или пневматического привода.

В механическом комплексе «толкатель-опрокидыватель», толкатель и опрокидыватель электрически заблокированы так, что автоматически срабатывают поочередно. Имеются также схемы полностью автоматизированных комплексов, в которых толкатель и опрокидыватель заблокированы с загрузочным устройством для скипов.

Для работы в автоматизированном комплексе опрокидыватели должны быть оборудованы датчиками, фиксирующими в опрокидывателе: открытое положение стопоров, правильное положение вагонетки, исходное положение барабана опрокидывателя, а также отключение привода фиксирующего механизма барабана.

Опрокидыватели для вагонеток изготавливаются на производительность до четырех опрокидываний в минуту.

Т о л к а т е л я м и называют маневровые устройства, предназначенные для принудительного передвижения отдельных вагонов или целых составов в подземных выработках или на поверхности шахт. Толкатели составляют большую и разнообразную группу механизмов.

Толкатели классифицируют по следующим признакам:

- по назначению — для обмена одиночных вагонеток в клетях и опрокидывателях; для проталкивания одиночных вагонеток и составов; проталкивания нерасцепленных составов через опрокидыватель в околоствольном дворе и вытягивания вагонеток из клетки;
- по способу захвата вагонеток — за подвагонный упор (или за ось

вагонетки); за кузов; за буфер;

- по расположению относительно вагонеток — нижнего и верхнего действия;
- по типу привода — с электрическим, пневматическим, гидравлическим приводом;
- по роду тягового органа — цепные; канатные; поршневые; с толкающей тележкой;
- по типу кулаков — с одинарными; с двойными;
- по установке — стационарные; передвижные.

В качестве примера на рис. 10.19 показан стационарный цепной толкатель с вертикально замкнутой цепью, предназначенный для проталкивания нерасцепленных составов через опрокидыватель в околоствольных дворах. Шарнирно укрепленные на цепи кулаки, движущиеся в направляющих, захватывают вагонетки за специальный подвагонный упор или за ось. Чтобы состав можно было реверсировать, устанавливают по два кулака — один против другого.

Компенсаторы высоты предназначены для подъема отдельных вагонеток, движущихся в самокатной системе, на «потерянную» в этом движении высоту. Компенсатор (рис.10.20) состоит из привода 4, располагаемого в верхней головной части; тяговой цепи 3 с кулаками, захватывающими вагонетки за специально приваренные упоры или за оси; натяжной станции 1, располагаемой в нижней (хвостовой) части; рамы 5.

На наклонном участке компенсатора на раме попарно установлены ловители 2, предназначенные для удержания (улавливания) сорвавшихся вагонеток и предотвращения обратного хода цепи нагруженного компенсатора. Для остановки вагонеток, движущихся самокатом, у нижней звездочки предусмотрено стопорное устройство.

В нижней и верхней частях рельсовый путь и направляющие для цепей профилируются по переходным кривым.

Для управления компенсаторами служит аппаратура автоматического управления, которая обеспечивает: дозировку вагонеток; автоматическое, дистанционное и местное включение и отключение механизмов; блокировку работы компенсатора с механизмами участка накопления; аварийное дистанционное и местное отключение всех механизмов; световую сигнализацию о том, в каком режиме управления в данное время работает компенсатор и об аварийном отключении механизмов.

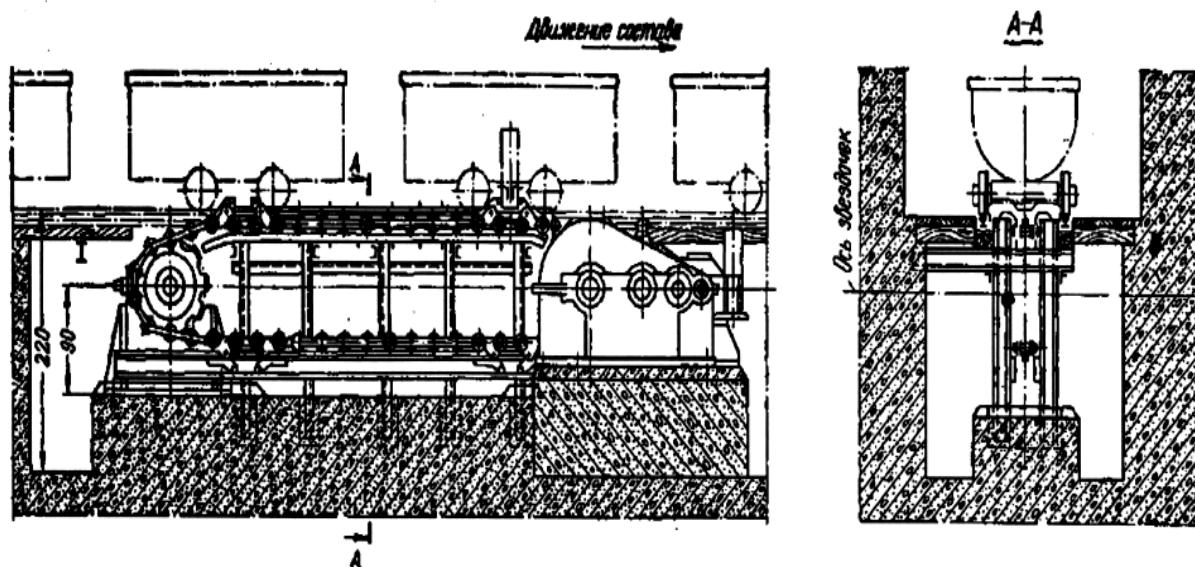


Рис. 3.19. Стационарный цепной толкатель

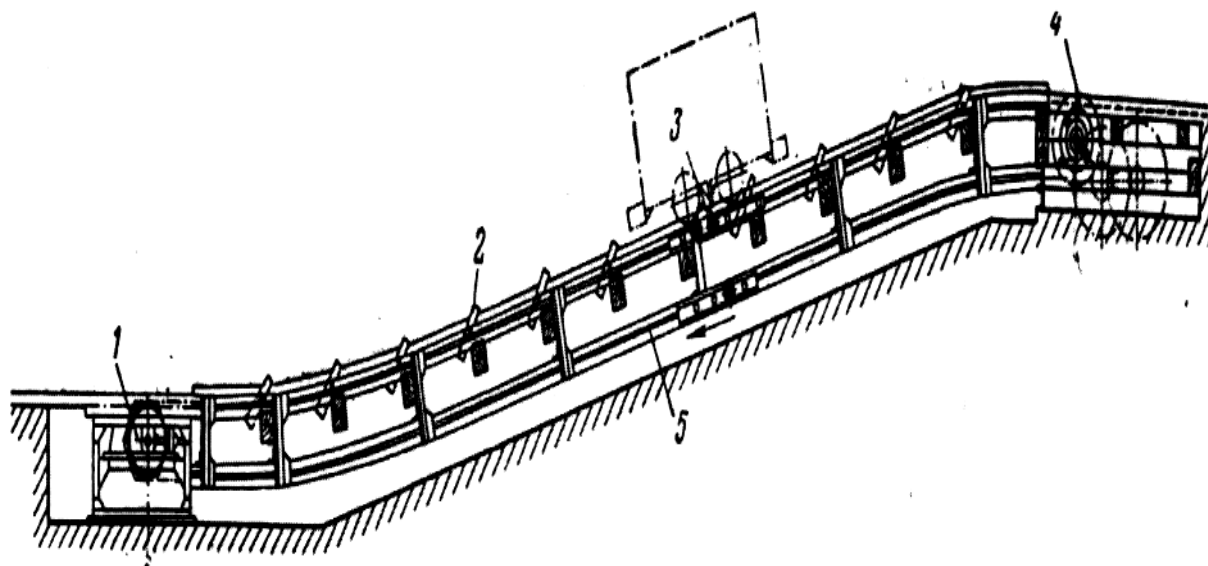


Рис. 3.20. Компенсатор высоты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клорикьян С.Х. и др. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник. - М.: Горная . - 2002. - 471с.
2. Машины и оборудование для угольных шахт. Справочник. Под ред. Клорикьяна С.Х. и Хорина В.Н. - М: Недра, 1974. 325 с..
3. Расчет шахтного конвейерного транспорта. Методическая разработка // Л.Ш.Шаходжаев. Ташкент: ТашПИ, 1986.-52 с.
4. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки. - М.: Недра, 1976.- 432с.
5. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Расчет ленточных конвейеров для шахт и карьеров-М: Машино- строение,
6. Бадю Г.Б. Новая шинозащитная цепь фирмы PEWAG // Горная промышленность. - 2001.- № 6.
7. Евневич А.В. Горные транспортные машины М. Госгортехиздат, 1963.
8. Использование наклонных подъемников для транспортирования крупнокусковой горной массы на глубоких карьерах Заполярья / Ю.В. Демидов, Н.К. Трубецкой и др. // Горный журнал. - 1998. - № 7.
9. Картавый А.Н. Перспективы применения крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой при ЦПТ // Горный журнал. - 2003. - № 6.
10. Катанов Б.А. Съёмные породоразрушающие элементы режущих буровых долот // Горные машины и автоматика. - 2002. - №3. - с .12-15.
11. Катанов Б.А. Самонастраивающиеся буровые долота // Горные машины и автоматика.- 2001.- № 4. - с. 12 - 14.
12. Катанов Б.А. Буровые долота с подвижными породоразрушающими элементами // Уголь - 2003. - № 10.
13. Компактные роторные экскаваторы фирмы KRUPP// Горная промышленность. - 1999. - № 1.
14. Конвейерные резинотканевые ленты STOMILBELCHATOWS.A. // Горная промышленность. - 2001. - № 4.
15. Кулешов А.А., Тарасов Ю.Д. Автомобильный карьерный подъемник с автономным приводом // Горный журнал. - 2001. - № 1.
16. Лаптев А.Г. Интенсификация и концентрация производства - ключ к повышению объемов добычи угля // Уголь. - 2002. - № 2.
17. Лебедев М.И., Ямалутдинов Р.Г., Григорьев Ю.И. Глюкауф на русском языке, 1998. Спецвыпуск (4), с. 53 - 54.
18. Лебедев М.И., Григорьев Ю.И., Сафонов И.А. Новые типы резинотканевых конвейерных лент ОАО «РТИ-КАУЧУК» для добывающих и перерабатывающих предприятий горной промышленности. // Горная промышленность. - 1999. - № 6.

- 19.Листопад Г.Г. Наклонные подъёмники карьерного автотранспорта // Горная промышленность. - 2001. - № 2.
- 20.Макеев А.Ю. Гравитационный транспорт на карьерах // Горный журнал. – 2004. - № 2.
- 21.Пат. Р.Ф № 2136567.Конвейерная лента. Баташова А.С., Звонецкий Ю.В., Лебедев М.И., Малахов В.И., Ямалутдинов Р.Г. Б.И. № 25 от 10.09.99.

**Навоийский горно – металлургический
комбинат**

**Навоийский государственный горный
институт**

Горный факультет

Кафедра «Горная электромеханика»

**Методические указания по выполнению
практических работ**

**по дисциплине
«Специальные конструкции горных машин и
устройств».**

Составитель: доц. Абдуазизов Н.А.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Специальные конструкции горных машин и устройств» обсуждены и одобрены на заседании «Горная электромеханика» . «_____» августа 2016 г. (протокол № 1).

Зав. кафедрой

Тошов Б.Р.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Специальные конструкции горных машин и устройств» утверждены учебно-методическим советом Горного факультета «_____» _____ 2016 г. (протокол № ____).

Темы

Рекомендуемые при проведении практических занятий по курсу «Специальные конструкции горных машин и устройств» и методические указания по ним.

Предисловие

Ниже приводятся с разбивкой на каждое практическое занятие темы, которые рекомендуются изучить на данном занятии. На каждое занятие проводятся страницы из учебного пособия «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства» [1], а также [2], [3] и [4].

Практические занятия

Практическая работа № 1.

ТЕМА: УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЕ МЕТОДЫ СТЫКОВКИ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ.

Цель практического занятия: *обучить студентов усовершенствованным методам стыковок конвейерных лент.*

Ключевые слова: *стыковка, резиноканевые ленты, вулканизационные прессы, двухпрокладочные ленты, горячая вулканизация, резинотросные ленты, материалы для стыковки, технологии стыковки, стальные тросы, методы стыковки.*

Методы стыковки транспортерных (конвейерных) лент

Существует три способа стыковки конвейерных (транспортерных) лент:

- стыковка конвейерных (транспортерных) лент методом горячей вулканизации,
- стыковка конвейерных (транспортерных) лент методом холодной вулканизации,
- стыковка конвейерных (транспортерных) лент с помощью механических соединителей.

У каждого из методов существуют свои достоинства и недостатки. При стыковке одним из способов прочность соединения конвейерной ленты напрямую зависит от профессионализма персонала, выполняющего работы, соблюдения нормативов работ при разделке концов конвейерной ленты, сборке стыка и от качества применяемых при стыковке материалов. Стыковка транспортерных и конвейерных лент методом горячей вулканизации.

Горячая вулканизация конвейерной (транспортной) ленты.

Для предприятий и производств, использующих теплостойкие конвейерные (транспортные) ленты, наилучшим и предпочтительным вариантом является стыковка лент с использованием вулканизационных прессов. Горячая вулканизация транспортных лент, преимуществами данного метода являются долговечность и высокая ходимость ленты со стыком, выполненным методом горячей вулканизации. Она сопоставима со сроком действия самой ленты. При стыковке с соблюдением всех требований технологии и высоком качестве стыковочных материалов прочность стыка составляет около 98% от прочности самой ленты. Недостатками данного метода являются необходимость иметь довольно дорогой вулканизационный пресс, неразъемность соединения, длительность и трудоемкость процесса.

Холодная вулканизация конвейерной (транспортной) ленты.

Для предприятий, которые используют конвейерные ленты общего назначения (или морозостойкие), наиболее приемлемым методом стыковки лент является холодная вулканизация двухкомпонентными клеями импортного производства. Данный метод менее трудоемок, чем метод горячей вулканизации. Минимализация затрат времени, трудоемкости и исключение приобретения вулканизационного оборудования, позволяют утверждать о безусловной выгоде использования данного вида стыковки конвейерных лент. При стыковке на работающих конвейерах необходимо переносить меньше оборудования, то есть только ручной и шлифовальный инструмент, а также применяемый клей. Прочность стыка достигает 70% от прочности самой транспортной ленты. Основным недостатком является то, что по окончании стыковки требуется дополнительная длительная выдержка ленты при температуре не ниже 0 °C (в зависимости от применяемых стыковочных материалов от 2 до 24 часов), что значительно увеличивает время простоя конвейерного оборудования. Так же при наличии сильной запыленности помещения стыкование конвейерной ленты методом холодной вулканизации очень сложно произвести, а порой просто невозможно. Стыковка при высокой влажности (ниже точки росы) исключена.

Стыкование конвейерной (транспортной) ленты механическими соединениями

Метод стыковки, при котором применяется механическое соединение, является наиболее быстрым и доступным, но не самым прочным и долговечным способом стыковки конвейерных и транспортных лент.

Основные преимущества механического соединения конвейерных (транспортных) лент

- быстрота способа стыкования конвейерной ленты;

- небольшие финансовые затраты по сравнению с вулканизацией;
- данный метод исключает необходимость в специальном помещении и громоздком оборудовании (прессы для вулканизации);
- механическое стыкование конвейерных лент можно произвести при отрицательных температурах и в помещениях с повышенной запыленностью;
- нет необходимости в применении высококвалифицированного персонала для вулканизации;
- для конвейеров, где длительный простой недопустим, механическое соединение предпочтительно как временная мера (для высоконагруженных конвейеров) или для постоянной эксплуатации;
- для конвейеров, длина которых часто меняется, разъемное механическое соединение наиболее предпочтительно.

Основные недостатки механического соединения

- низкая прочность и срок службы стыка по сравнению с вулканизацией; наблюдается дополнительный механический износ роликов, барабанов и других рабочих частей конвейера;
- возможность просыпи на стыке сыпучих грузов и материалов;
- возможность появления искрообразования, что опасно в определенных условиях;
- при транспортировке горячего груза появляется возможность прожигания ленты на стыке.

Механические соединения конвейерных и транспортерных лент бывают неразъемными болтовыми или заклепочными и разъемными шарнирными. К первым относятся заклепочные и болтовые соединения в виде пластин. Неразъемные болтовые соединения применяются для ремонта продольных порезов резиноканевых транспортерных лент. Типичным представителем неразъемного стыка являются замки фирмы FLEXCO типа Bolt Solid Plate, а также отечественный аналог ВЗ. Данные механические соединения абразивоустойчивы, предназначены для механической стыковки резиноканевых транспортерных лент толщиной от 6 до 30 мм с нагрузкой до 105кН/м.

Разъемные механические соединения конвейерных (транспортерных) лент позволяют быстро и легко соединять и разъединять ленты, не разбирая конвейер, и тем самым сократить время простоя оборудования. Трудоемкость выполнения механической стыковки конвейерных лент минимальна. Типичные разъемные механические замки - фирмы FLEXCO типа Alligator, а также отечественные аналоги В1 и В2, позволяют стыковать конвейерные (транспортерные) ленты толщиной от 4 до 19 мм при прочности на разрыв 600 Кн/м, минимальном диаметре барабана 100 мм, максимальном рекомендуемом натяжении 70 Кн/м.

Стыковка резиноканевых лент.

STOMILBELCHATOV разработал технологию стыковки

резиноканевых лент, обеспечивающую прочное соединение отрезков ленты в месте стыка (рис.1.). Для стыковки ленты должны применяться вулканизационные прессы с минимальным средним давлением на стыке в 1.2 МПа. В качестве материалов для проведения процесса стыковки (которые могут быть поставлены совместно с конвейерными лентами) используются: резина обкладочная, резина прослойная, раствор для очистки соединяемых поверхностей элементов стыка (толуон 80%, четыреххлорэтилен 10%, экстракционный бензин 10%), а также хлопчатобумажное полотно для разделения поверхностей стыка и нагревательных плит вулканизатора.

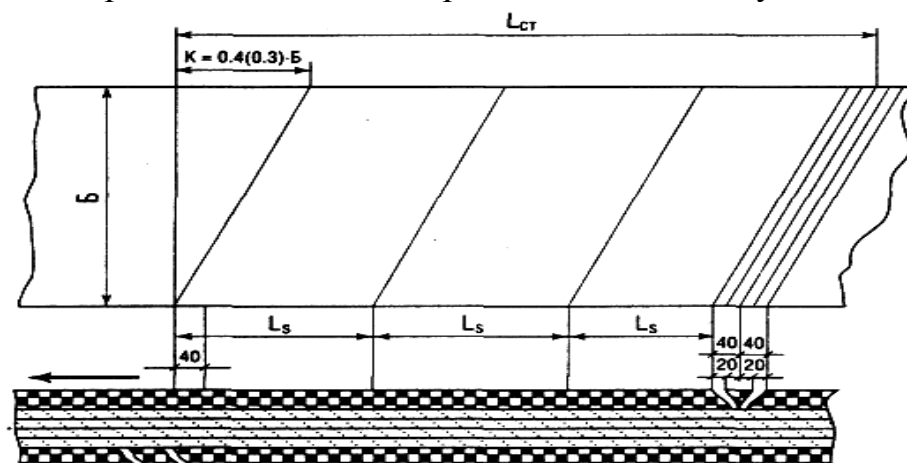


Рис.1. Схема стыковки резиноканевых лент.

Длину стыка для резиноканевых лент при горячем и холодном способах вулканизации можно определить по формуле:

$$L_{cm} = K + (Z - 1) \cdot L_s. \quad (1)$$

Конвейерную ленту после стыковки можно эксплуатировать после охлаждения места стыка до температуры окружающей среды, но не ранее, чем через 2 часа после окончания вулканизации.

Стыковка двух прокладочных лент завода «РТИ – КАУЧУК» не представляет больших сложностей – они легко и быстро соединяются с помощью механических соединителей (неразъемных или разъемных шарнирных), а также методом горячей или холодной вулканизации с укладкой промежуточной тканевой (арамид) или резиновой прокладки.

Горячая вулканизация осуществляется серийными вулканизационными прессами, обеспечивающими равномерное давление порядка 0.8 - 1.0 МПа по рабочей поверхности стыка и температуру вулканизации $145 \pm 5^\circ\text{C}$.

Стыковка резинотросовых лент

Разработанная STOMILBELCHATOV технология стыковки

резинотросовых лент (СТ) обеспечивает прочное соединение отрезков ленты

в месте стыка и предполагает их соединение только методов горячей вулканизации.

В зависимости от типа ленты и ее ширины соединение конвейерных лент со стальными тросами может быть одно-, двух- трех- и четырехступенчатое. Конструкция стыков представлена на рис.2. а параметры стыковки в табл .1.

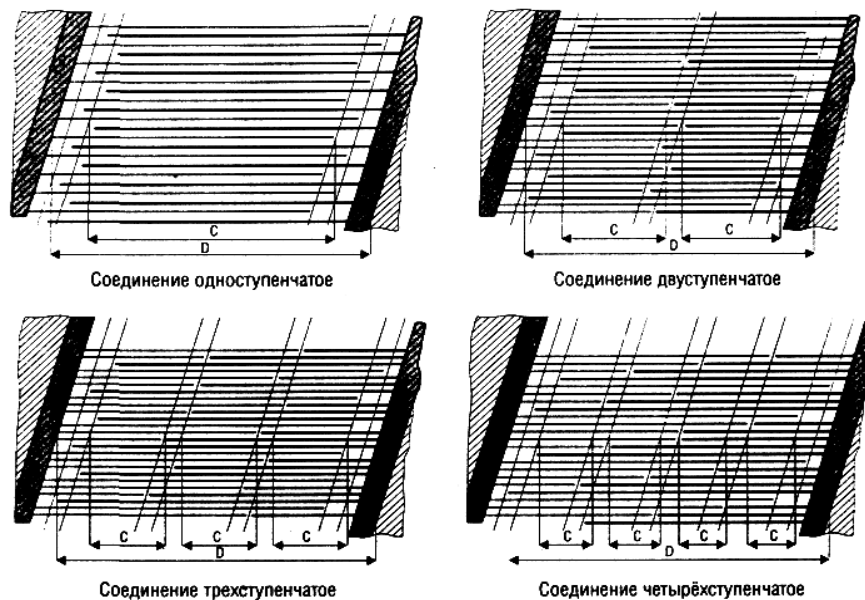
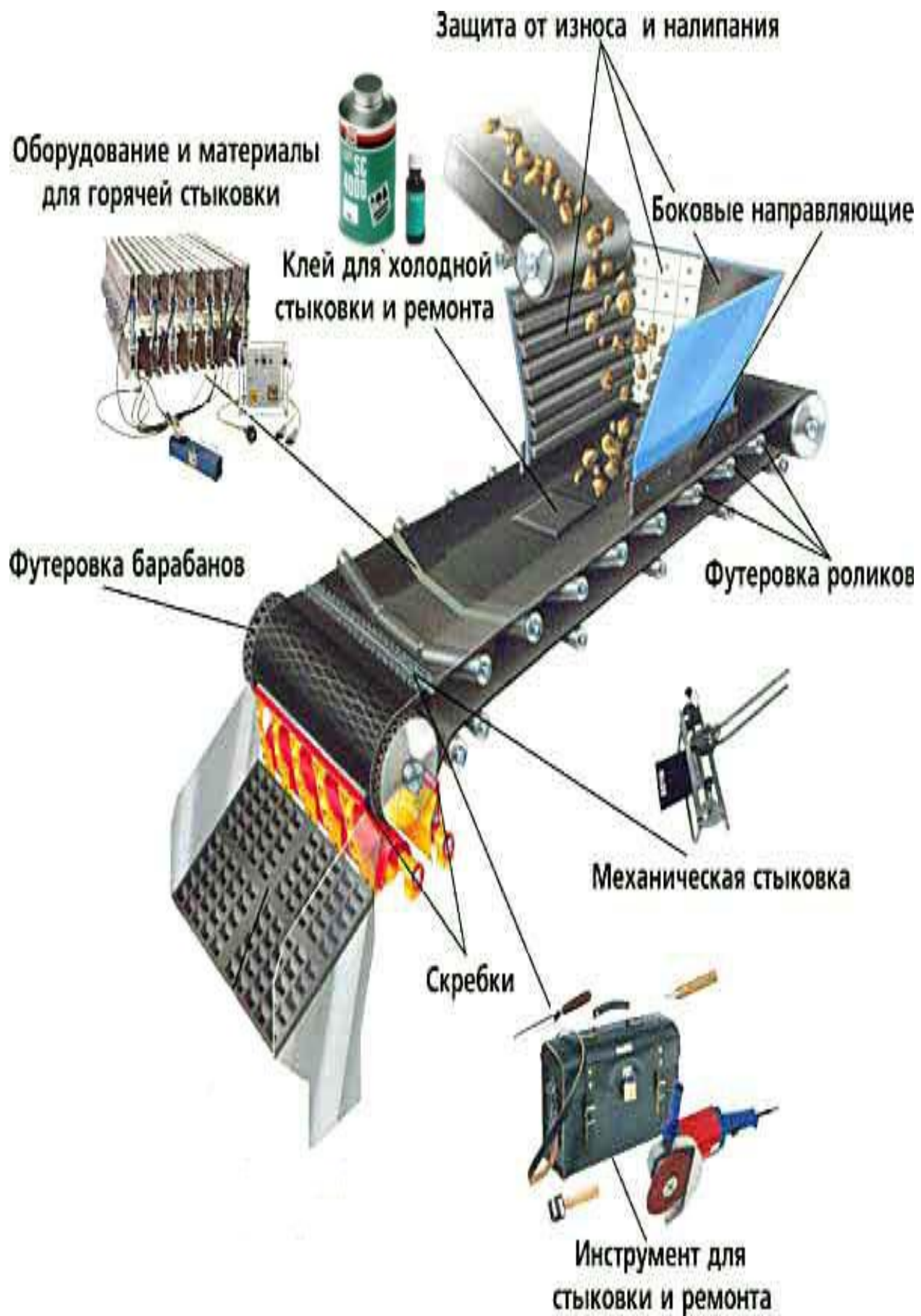


Рис.2.Соединение резиновых лент со стальными тросами

Таблица 1.

Тип ленты	Параметры стыковки			
	СТ 800	СТ 2000	СТ 3500	СТ 5000
Количество ступеней	1	2	3	4
Длина стыка (D), мм	600	1150	2350	4050
Длина ступени (C),мм	300	400	650	900



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.

ТЕМА: ТЕОРИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТИПА ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА С ПРИЖИМНЫМ РОЛИКОМ И ЕЁ АНАЛИЗ.

Цель практического занятия: обучить студентов теории и анализу специального типа привода ленточного конвейера с прижимным роликом.

Ключевые слова: прижимающая сила, ролик, давление ролика, привод конвейеров, трение, приводной барабан, натяжной барабан, виды приводов, диаметр барабана, виды устройств.

Привод ленточных конвейеров.

Привод ленточного конвейера (рис. 4.7) состоит из электродвигателя 1, редуктора 3, приводного барабана 5 и муфт 2, 4. Конвейерная лента приводится в движение посредством трения между лентой и приводным барабаном. Для увеличения угла обхвата барабана лентой применяется специальный отклоняющий барабан. Привод устанавливается на раме.

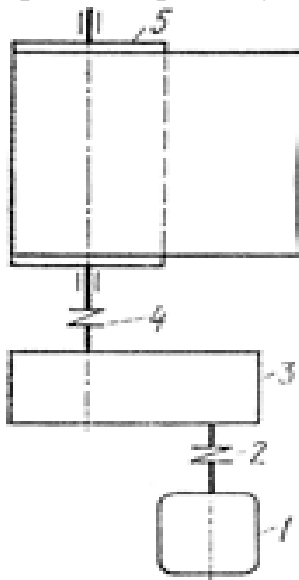


Рис. 4.7. Схема привода ленточного конвейера: 1 – двигатель; 2, 4 – муфты; 3 – редуктор; 5 – приводной барабан

Приводной и натяжной барабаны обычно устанавливаются на противоположных концах ленточного конвейера, а в местах изменения направления размещаются отклоняющие барабаны (см. рис. 4.1).

По числу приводных барабанов различаются приводы одно-, двух- и многобарабанные (рис. 4.8); по числу двигателей – одно-, двух- и многодвигательные (рис. 4.9). Наиболее простым и распространенным является однобарабанный привод с одним или двумя двигателями. Однако в тяжело нагруженных конвейерах большой длины силы сопротивления движению ленты достигают значительных величин и для их преодоления необходимо создавать очень большое натяжение тягового элемента (ленты). Это приводит к существенному увеличению массы и стоимости ленты, привода и других элементов конвейера. Поэтому применение

однобарабанного привода в этом случае становится экономически невыгодным, а иногда и невозможным.

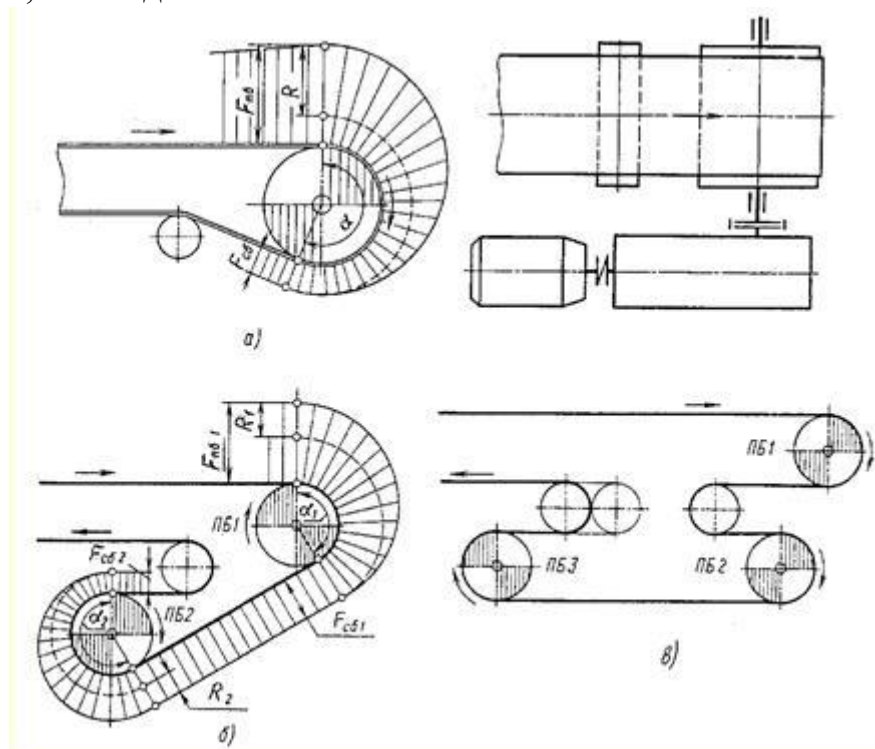


Рис. 4.8. Схемы конвейеров с различными видами приводов: а – однобарабанным; б – двухбарабанным; в – трехбарабанным

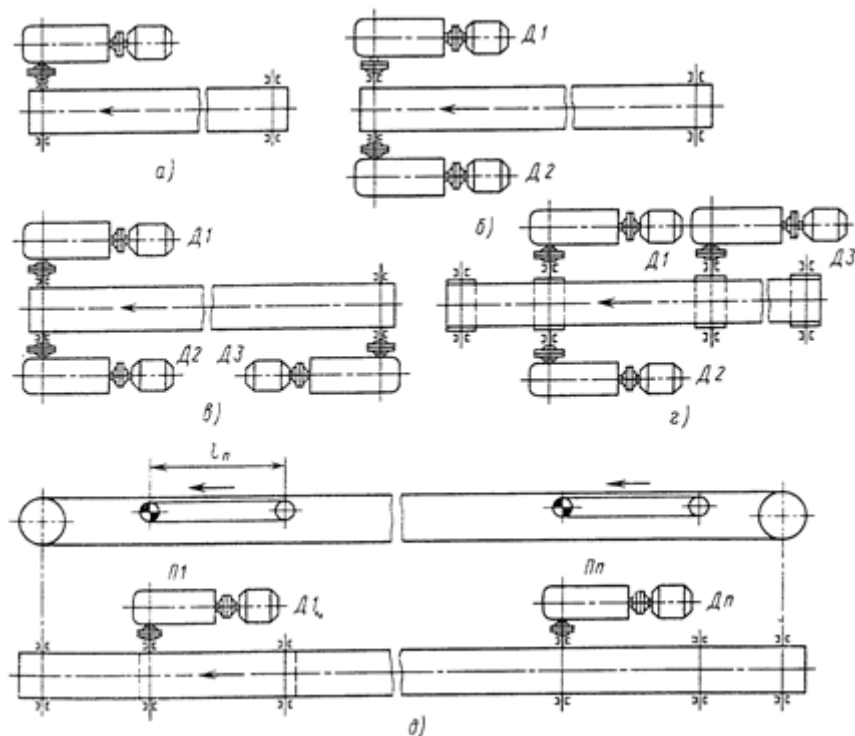


Рис. 4.9. Схемы расположения приводов конвейеров: а – однодвигательного; б – двухдвигательного; в, г – трехдвигательного; д – многодвигательного с прямолинейными промежуточными приводами; П – привод; Д – двигатель

Одним из вариантов решения этой проблемы является разделение длинного конвейера на несколько коротких конвейеров, расположенных

последовательно. Однако при этом возникает необходимость передачи груза с одного конвейера на другой, что требует установки дополнительных разгрузочных, загрузочных и очистительных устройств, а в ряде случаев и недопустимо. Наиболее целесообразным решением считается применение многобарабанного привода, т.е. установка по длине конвейера нескольких согласованно работающих приводных устройств с индивидуальными электродвигателями (рис. 4.9, д). В этом случае вся трасса конвейера разбивается на отдельные участки по числу установленных приводных устройств, и каждый привод воспринимает нагрузку только от «своего» участка трассы. Такая система значительно снижает натяжение ленты.

Барабаны изготавливают сварными из стали Ст3 или литыми из серого чугуна (рис. 4.10). Для улучшения условий сцепления ленты с приводным барабаном его футеруют (облицовывают) резиной или другим фрикционным материалом (см. рис. 4.10, в).

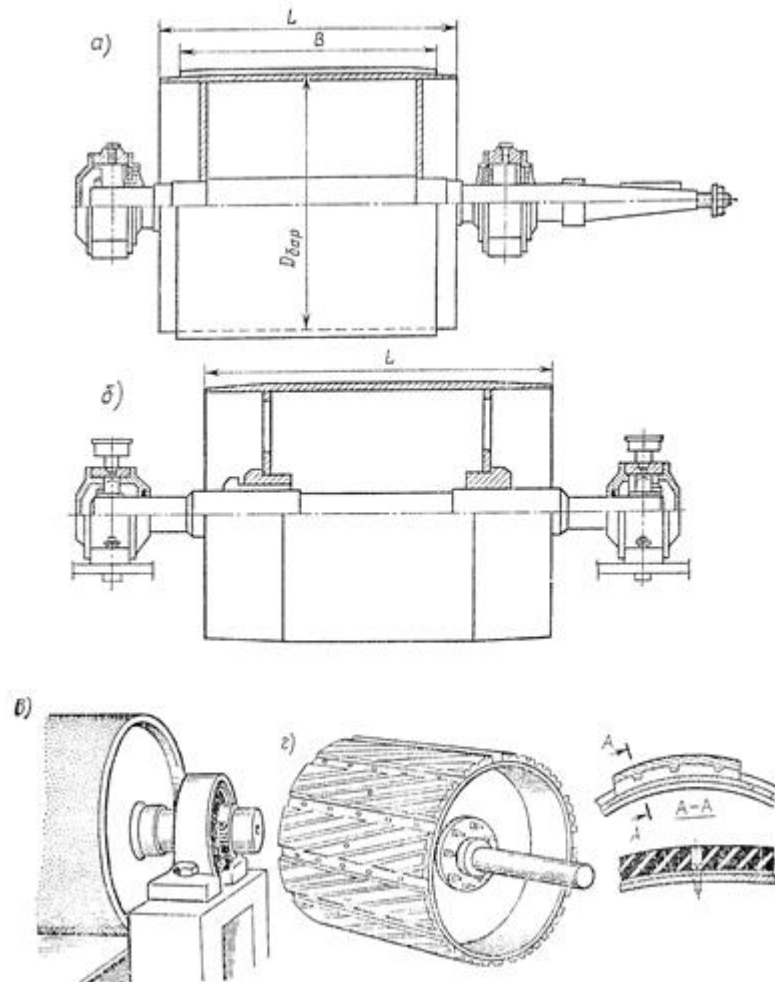


Рис. 4.10. Барабаны для конвейеров с резиноканевой лентой: а – приводной; б – хвостовой и отклоняющий; в – футерованный резиной; г – вариант крепления облицовки к барабану

При выборе диаметра барабана следует учитывать два взаимоисключающих требования. С одной стороны, желательно иметь барабан минимального диаметра с целью снижения габаритов и массы

конвейера; с другой стороны, с уменьшением диаметра барабана ухудшаются условия работы ленты – в ней растут напряжения изгиба.

Диаметр приводного барабана $D_{\text{бп}}$ (мм) определяют, исходя из условия обеспечения достаточной долговечности резинотканевой конвейерной ленты, в зависимости от прочности ткани σ_p и числа прокладок z :

$$D_{\text{бп}} = K_D \times z, \quad (4.8)$$

где K_D – коэффициент диаметра барабана, принимается в зависимости от прочности ткани σ_p :

σ_p , Н/мм

K_D , мм 125...140 140...160 160...170 170...180 180...190 190...200

Большие значения K_D берут для лент большей ширины, например, для прокладок из полиамидных нитей с прочностью $\sigma_p = 150$ Н/мм принимают $K_D = 160$ при ширине ленты $B = 650$ мм и $K_D = 170$ при $B = 3000$ мм.

При использовании резинотросовых лент диаметр приводного барабана (мм) вычисляется по формуле

$$D_{\text{бп}} = 500 \times d_{\text{тр}},$$

где $d_{\text{тр}}$ – диаметр троса, мм.

Диаметры натяжного $D_{\text{бн}}$ и отклоняющего $D_{\text{бо}}$ барабанов принимаются соответственно равными

$$D_{\text{бн}} = 0,7 \times D_{\text{бп}}; \quad D_{\text{бо}} = 0,5 \times D_{\text{бп}}. \quad (4.9)$$

Полученные значения диаметров барабанов округляются до ближайших стандартных значений в соответствии с ГОСТ 22644-77: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1400, 1600, 2000 и 2500 мм.

Длина барабана $L_{\text{б}}$ берется на 100...200 мм больше ширины ленты B .

Выбранный диаметр приводного барабана $D_{\text{бп}}$ (мм) проверяют по давлению ленты на поверхность барабана $p_{\text{л}}$ (МПа):

$$p_{\text{л}} = 360 \times (F_{\text{сб}} + F_{\text{нб}}) / (a \times r \times D_{\text{сп}} \times B) \leq [p_{\text{л}}], \quad (4.10)$$

где $F_{\text{сб}}$ и $F_{\text{нб}}$ – натяжение сбегающей с барабана и набегающей на барабан ветвей ленты, соответственно, при установившемся режиме, Н; a – угол обхвата барабана лентой, град; B – ширина ленты, мм; $[p_{\text{л}}]$ – допускаемое давление, принимаемое равным 0,2...0,3 МПа для резинотканевой ленты и 0,35...0,55 МПа для резинотросовой ленты.

Если давление $p_{\text{л}}$ выше допускаемого значения, то следует увеличить один или несколько параметров: диаметр барабана $D_{\text{бп}}$, ширину ленты B , угол обхвата a , число приводов.

Натяжные, отклоняющие и тормозные устройства.

Натяжное устройство предназначено для создания и поддержания в заданных пределах натяжения ленты, обеспечивающего необходимое сцепление ленты с приводным барабаном и ограничивающего её провисание между роlikоопорами.

Как правило, натяжное устройство устанавливают на участках конвейера с минимальным натяжением ленты, что позволяет снизить усилие

натяжения и, следовательно, уменьшить массу и габариты устройства. Однако в конвейерах большой длины натяжное устройство и привод часто объединяют в один узел, что обусловлено удобством технического обслуживания и ремонта.

По принципу действия **натяжные устройства** разделяются на грузовые, механические, гидравлические и пневматические.

В *грузовом (хвостовом) натяжном устройстве* (рис. 4.11, а) натяжной барабан 3 автоматически поддерживает постоянное натяжение ленты с помощью груза 1, соединенного тянущим канатом 2 с тележкой 4, на которой установлена ось барабана 3.

На рис. 4.11, б показано *грузовое (промежуточное) натяжное устройство* с натяжным барабаном, перемещающимся по вертикали.

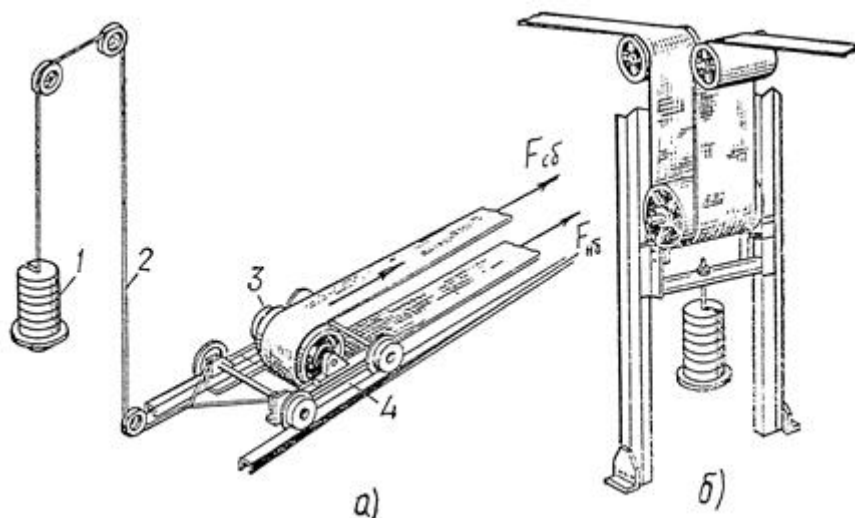


Рис. 4.11. Грузовые натяжные устройства: а – хвостовое; б – промежуточное

К недостаткам грузовых устройств относят большие габариты и большую массу груза, поэтому их обычно применяют для стационарных, мощных конвейеров большой длины.

В *механическом натяжном устройстве* натяжение ленты производится, как правило, вручную с помощью какого-либо механизма (передачи винт – гайка, реечного механизма, лебедки и т. д.). Его недостатком является необходимость периодического регулирования натяжения ленты по мере её вытяжки, а достоинством – простота конструкции и компактность.

На конвейерах небольшой и средней длины (до 80 м) часто применяются винтовые натяжные устройства (рис. 4.12), в которых натяжение ленты 1 осуществляется перемещением натяжного барабана 2, вращающегося в подшипниках, установленных на ползунах, вдоль направляющих 3 с помощью винтов 4 и гаек 5.

Гидравлические и пневматические натяжные устройства на металлургических предприятиях практически не применяются.

Поскольку вытяжка ленты зависит от её длины, то величина хода барабана натяжного устройства назначается в долях длины конвейера и обычно

принимается равной 1...2 % – для резинотканевых и 0,1...0,2 % – для резинотросовых лент.

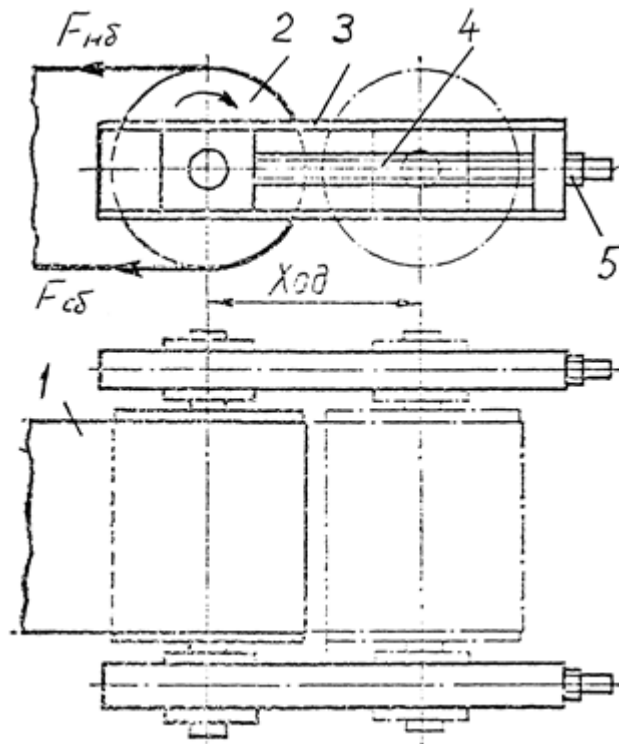


Рис. 4.12. Винтовое натяжное устройство

Усилие $F_{\text{нат}}$, которое должно обеспечить натяжное устройство для перемещения натяжного барабана, при параллельных ветвях ленты равно $F_{\text{нат}} = F_{\text{нб}} + F_{\text{сб}} + F_{\text{плз}} \gg F_{\text{нб}} + F_{\text{сб}}$, (4.11) где $F_{\text{нб}}$ и $F_{\text{сб}}$ – натяжение набегающей на натяжной барабан и сбегающей с него ветвей ленты конвейера соответственно; $F_{\text{плз}}$ – усилие сопротивления движению ползунов.

Направление движения ленты изменяется с помощью **отклоняющих устройств**: концевых оборотных барабанов, отклоняющих барабанов и роликовых батарей.

Отклоняющие барабаны применяются для холостой ветви конвейера, а также для рабочей ветви с однорولیковыми опорами.

Для конвейеров с желобчатыми роlikоопорами изменение направления движения ленты осуществляется при помощи **роlikовой батареи** (см. рис. 4.1), состоящей из роlikоопор с тремя – пятью роliками, расстояние между которыми в 2...2,5 раза меньше шага роlikоопор $l_{\text{рр}}$ на прямом участке рабочей ветви.

Чтобы исключить появление значительных дополнительных напряжений изгиба в ленте при ее переходе через отклоняющие устройства, диаметры барабанов определяются по формулам (4.9), а радиусы r (м) криволинейных участков на отклоняющей роlikовой батарее по следующим рекомендациям:

- для выпуклого участка $r_{\text{вып}} > 12 \times B$,
- для вогнутого участка $r_{\text{вог}} > F_{\text{вог}} / (q_{\text{г}} + q_{\text{л}})$,

где B – ширина ленты, м; $F_{\text{вог}}$ – натяжение ленты перед криволинейным участком, Н; $q_{\text{г}}$ и $q_{\text{л}}$ – погонный вес груза и ленты, Н/м.

Тормозные устройства применяются в наклонных ленточных конвейерах для предотвращения самопроизвольного обратного хода ленты под действием лежащего на ней груза, а в горизонтальных конвейерах – с целью уменьшения длины пробега ленты при отключении приводного электродвигателя.

Для увеличения прижатия ленты к приводному барабану, а, следовательно, и увеличения силы трения между ними служат прижимные ролики, прижимаемые пружинами (рис.3).

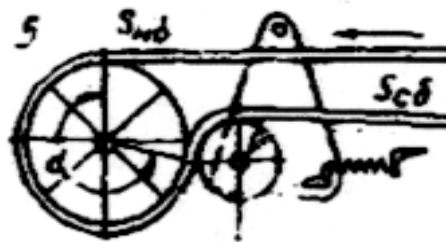


Рис.3. Схема привода ленточного конвейера с прижимным роликом.

Сила P , прижимающая ролик к приводному барабану, равна разности давления пружин и отжимающей силы натяжения ленты. При этом прижимной ролик является одновременно отклоняющим, и сила P действует в точке сбегания ленты с барабана.

Для уменьшения удельного давления на ленте в месте прижатия ролика его всегда покрывают толстым слоем особо эластичной технической резины.

Давление ролика с сосредоточенной силой P создает силу трения между лентой и барабаном $P\mu$. Поэтому для схемы 5 при тяговой силе, равной полной силе трения

$$S_{\text{ноб}} = (S_{\text{сб}} + P\mu) \cdot \lambda^{\mu\alpha}; \quad (2)$$

$$\begin{aligned} W_0 &= S_{\text{ноб}} - S_{\text{сб}} = (S_{\text{сб}} + P\mu) \cdot \lambda^{\mu\alpha} - S_{\text{сб}} = \\ &= S_{\text{сб}}(\lambda^{\mu\alpha} - 1) + P\mu \cdot \lambda^{\mu\alpha} \end{aligned} \quad (3)$$

или:

$$\begin{aligned} W_0 &= S_{\text{ноб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{ноб}} - \frac{S_{\text{ноб}} - P\mu \cdot \lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha}} = S_{\text{ноб}} - \frac{S_{\text{ноб}}}{\lambda^{\mu\alpha}} + P\mu = \\ &= S_{\text{ноб}} \left(1 - \frac{1}{\lambda^{\mu\alpha}} \right) + P\mu = S_{\text{ноб}} \left(\frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}} \right) + P\mu. \end{aligned} \quad (4)$$

Из уравнения (4) находим $S_{\text{ноб}}$:

$$S_{\text{нб}} = \frac{W_0 - P_{\mu}}{\frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}} = \frac{(W_0 - P_{\mu}) \cdot \lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} = W_0 \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} - P_{\mu} \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1}.$$

(5)

В целях сравнения приведем соответствующие параметры для обычного привода ленточного конвейера:

$$W_0 = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} = S_{\text{сб}}(\lambda^{\mu\alpha} - 1) = S_{\text{нб}} \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha} - 1}{\lambda^{\mu\alpha}}$$

(6)

откуда

$$S_{\text{нб}} = W_0 \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1} \quad (7)$$

Если сравнить выражения (4) и (5) с выражениями (6) и (7) для обычного привода, то оказывается, что при наличии прижимного ролика при том же $S_{\text{нб}}$ тяговое усилие W_0 получается на величину P_{μ} больше, а при том же тяговом усилии $S_{\text{нб}}$ на величину $P_{\mu} \cdot \frac{\lambda^{\mu\alpha}}{\lambda^{\mu\alpha} - 1}$ меньше, чем при отсутствии прижимного ролика.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.

ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ СХЕМЫ СИСТЕМЫ ПОДЪЕМА АВТОМОБИЛЬНОГО КАРЬЕРНОГО ПОДЪЕМНИКА.

Цель практического занятия: *обучить студентов схемам системы подъема автомобильного карьерного подъемника.*

Ключевые слова: *система подъема, тележка, карьер, самосвал, кинематическая схема, редуктор, зубчатая передача, схема механизма, двигатель, мощность двигателя.*

Суть системы подъема заключается в следующем. Система подъема (рис.4) состоит из двух тележек на колесном ходу 1,2 с возможностью размещения на них соответственно груженого 3 и порожнего 4 автомобилей-самосвалов. При этом самосвалы могут размещаться как в продольном, так и в поперечном направлениях относительно тележек. Тележки установлены на наклонных рельсовых путях 5, 6 под углом β к горизонту.

В прорезях горизонтально ориентированного настила 7 каждой тележки размещены на двух параллельных осях 9, 10, перпендикулярных продольной оси 8 самосвала, и с зазором друг к другу колеса с эластичными покрытиями 11, 12 с возможностью опирания на них приводных 13 или не приводных 14 колес автомобиля-самосвала 3 или 4. Оси 9, 10 выполнены разрезными 15, установлены в подшипниках 16 рам тележек 1, 2 и кинематически, посредством валов 17 и 18 с коническими парами 19, 20 и цилиндрическими зубчатыми парами 21, 22, связаны с приводными блоками 23, 24, огибаемыми канатом 25 и установленными с возможностью вращения на одной неподвижной оси 26. При этом вал 17 кинематически связывает ось 9 с нечетными приводными блоками 23, а вал 18 — ось 10 с четными приводными блоками 24; сами валы размещены с противоположных сторон от осей 9 и 10 с колесами 11 и 12. Канат 25 замкнут на оборотных блоках 27, 28, 29, установленных на раме 30, закрепленной на борту 31 карьера. Там же закреплены и свободные концы 32 и 33 каната 25.

Таким образом, обе тележки оказываются кинематически связанными между собой через размещенный на борту карьера центральный блок 28 системой из двукратных полиспастов. Кратность полиспастов выбирается в зависимости от грузоподъемности перемещаемых автомобилей-самосвалов. Как показали результаты исследований, оптимальной является система подъема с четырехкратными полиспастами. При этом приводные блоки 23, 24 могут быть одно- и многожелобчатыми (например, двухжелобчатыми); 34 — горизонт карьера, с которого осуществляется подъем груженых самосвалов; 35, 36 — упоры для тележек в нижнем и верхнем положениях.

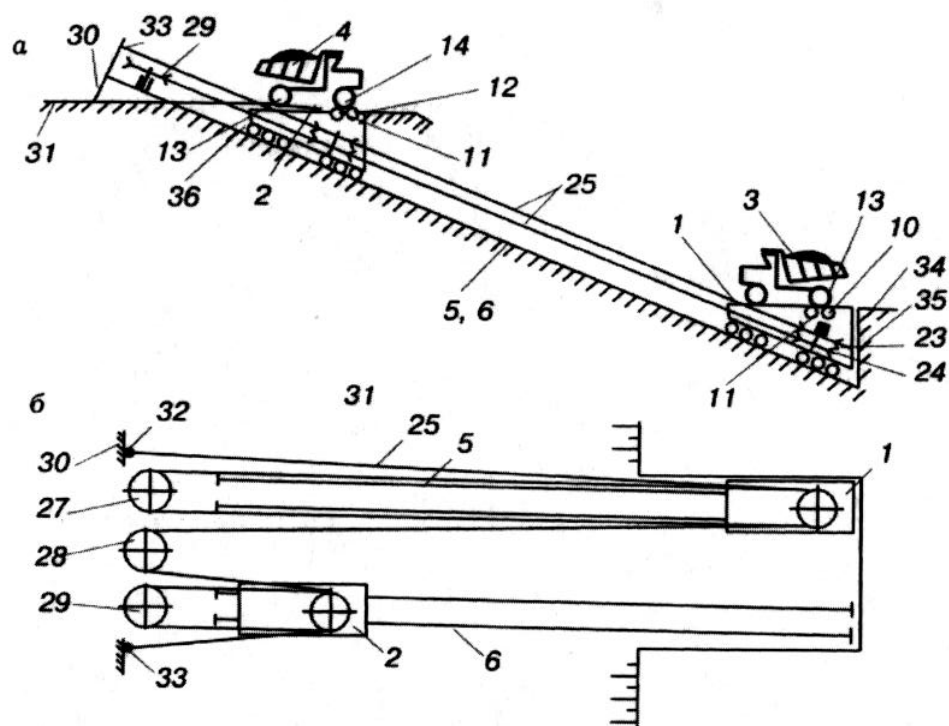


Рис.4. Система подъема автомобилей-самосвалов на борт карьера и их спуска в карьер:

а – вид сбоку, с продольным размещением самосвала на тележке;

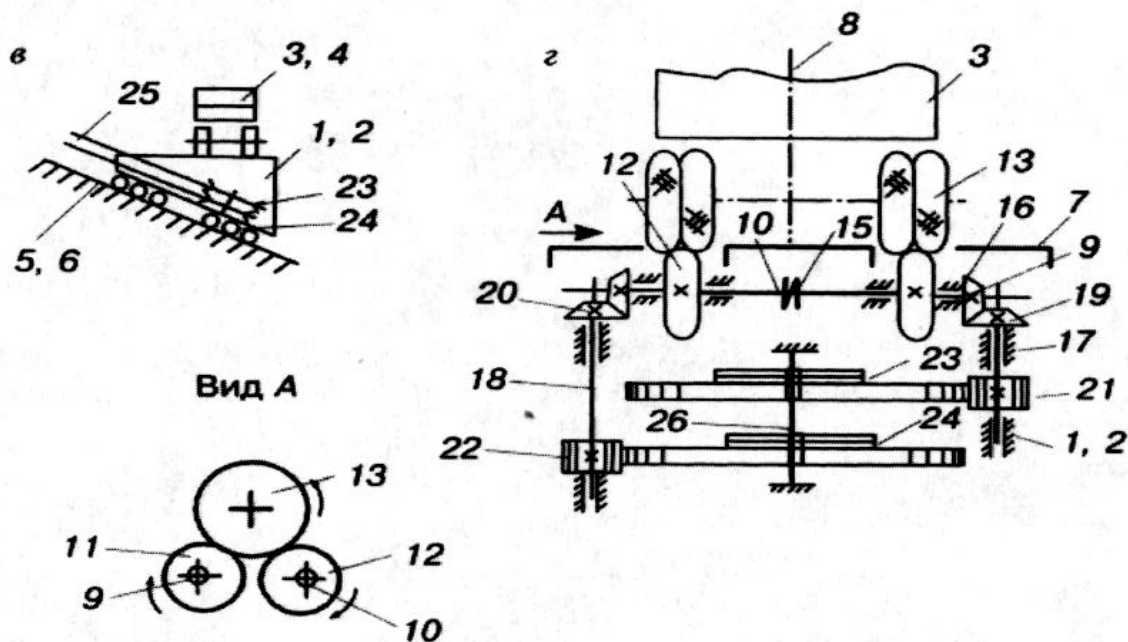


Рис.4.б – план; в – вариант поперечного размещения самосвала на тележке; г – кинематическая схема привода канатных блоков;

Кинематическая схема подъемника

Подъемники также относятся к весьма распространенным механизмам. Отличительной особенностью этих устройств является постоянство знака момента сопротивления, действующего на двигатель при подъеме и спуске груза. Основные требования, предъявляемые к подобным конструкциям - плавность пуска и торможения, что обеспечивается регулированием скорости перемещения груза.

Кинематическая схема подъёмника приведена на рис. 3.

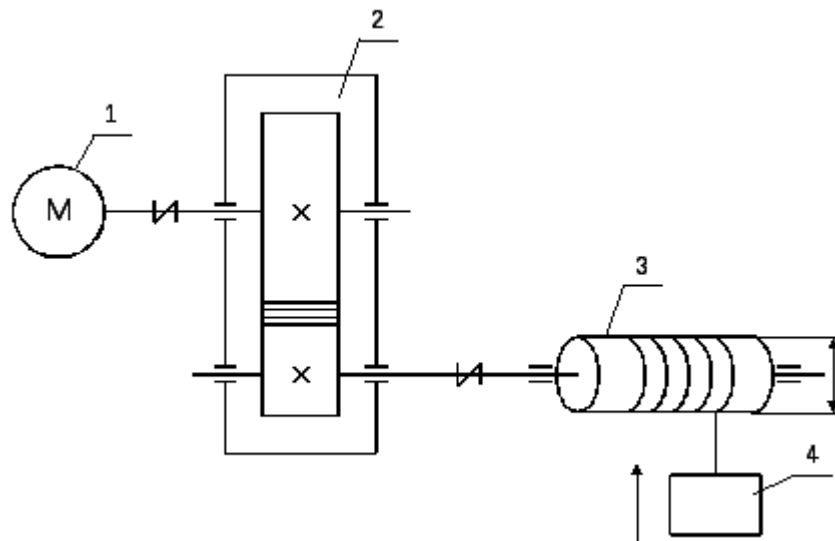


Рис. 3. Кинематическая схема подъемника

1 – двигатель; 2 – редуктор цилиндрический (передаточное число i_1); 3 – барабан наматывающего устройства диаметром D_6 [м]; 4 – груз массой m_{ep} [кг], V [м/с] – скорость подъема груза.

Порядок расчета аналогичен изложенному выше. Сначала находим угловую скорость вращения барабана

$$\omega_6 = \frac{2 \cdot V}{D_6},$$

после чего приводим эту скорость к валу двигателя

$$\omega = \omega_6 \cdot i,$$

где $i = i_1$ – передаточное число всего механизма, в данном случае это передаточное число редуктора.

Тяговая сила определяется весом поднимаемого груза

$$F = m_{\text{сп}} g ,$$

а мощность, необходимая для подъема груза определяется как

$$P = F \cdot V ,$$

где F [Н] – тяговая сила; V [м/с] – линейная скорость движения конвейера (указываются в техническом задании).

Учитываем к.п.д. отдельных частей механизма и определяем к.п.д. всего механизма как произведение к.п.д. отдельных его частей

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^2 ,$$

где $\eta_1 = (0,9 \div 0,97)$ – к.п.д. зубчатой передачи;

$\eta_2 = 0,98$ – к.п.д. муфты.

Расчетная мощность двигателя не должна быть менее полной механической мощности подъёмника

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{P}{\eta} .$$

Приводим момент инерции механизма подъемника к валу двигателя на основе баланса кинетических энергий, что иллюстрирует рис.3

$$J_n = \frac{1}{i^2} \cdot J_{\text{мех}} ,$$

Суммарный момент инерции определяется суммой $J_{\Sigma} = J_{\text{дв}} + J_n$.

Данные для расчёта мощности двигателя подъёмника приведены в таблице 2.

Таблица 2. Данные для расчёта мощности двигателя подъёмника.

№	V (м /с)	D_6 (м)	i_1	m (кг)	$I_{мех}$ (кг·м ²)
1	0,45	0,40	15	5000	0,70
2	0,43	0,40	15	4900	0,75
3	0,41	0,39	14	4800	0,80
4	0,39	0,39	14	4700	0,85
5	0,37	0,38	13	4600	0,90
6	0,35	0,38	13	4500	0,95
7	0,33	0,37	12	4400	1,00
8	0,31	0,37	12	4300	1,05
9	0,30	0,36	11	4200	1,10
10	0,29	0,36	11	4100	1,15
11	0,28	0,35	10	4000	1,20
12	0,27	0,35	10	3900	1,25
13	0,26	0,34	9	3800	1,30
14	0,25	0,34	9	3700	1,35
15	0,24	0,33	8	3600	1,40
16	0,23	0,33	8	3500	1,45
17	0,22	0,32	7	3400	1,50

Для примера рассмотрим схему механизма подачи металлорежущих станков, в которой двигатель осуществляет перемещение инструмента (изделия) для обеспечения процесса резания. Особенностью этого механизма является ударное приложение нагрузки к двигателю и механическим частям. Основное требование, предъявляемое к подобным конструкциям - обеспечение плавного хода резца независимо от нагрузок, действующих на механизм.

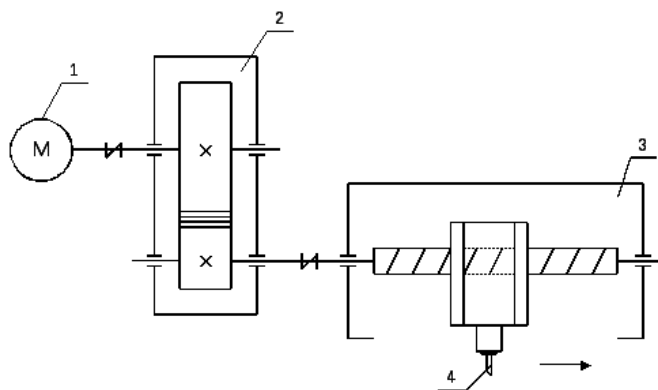


Рис. 4. Кинематическая схема подачи металлорежущего станка

1 – двигатель; 2 – редуктор цилиндрический; 3 – передача типа «винт-гайка»; 4 – резец (скорость перемещения V [м/с]).

Начинаем расчёт с определения угловой скорости вращения винта передачи 3

$$\omega_3 = i_2 V k,$$

где $k = 100 \div 120$ [1/м] – конструктивный коэффициент передачи,

после чего приводим эту скорость к валу двигателя

$$\omega = \omega_3 \cdot i_1.$$

Усилие подачи, необходимое для линейного перемещения резца, определяется соотношением

$$F = 4,5 \cdot F_n + mg\mu,$$

где F_n [Н] – усилие подачи; m [кг] – масса суппорта резца; μ – коэффициент трения (указываются в техническом задании); $g = 9,81$ [м/с²] – ускорение свободного падения. Мощность, необходимая для резания определяется как

$$P = F \cdot V,$$

где F [Н] – усилие, V [м/с] – линейная скорость движения конвейера (указывается в техническом задании).

Учитывая к.п.д. отдельных частей механизма, находим к.п.д. всего устройства как произведение к.п.д. отдельных узлов схемы:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3,$$

где $\eta_1 = (0,9 \div 0,97)$ – к.п.д. зубчатой передачи;

$\eta_2 = 0,98$ – к.п.д. муфты;

$\eta_3 = (0,8 \div 0,9)$ – к.п.д. передачи типа «винт-гайка».

Расчетная мощность двигателя не должна быть менее полной мощности, подводимой к механизму подачи,

$$P_{\text{дв}} \geq \frac{P}{\eta}.$$

Приведем момент инерции механизма подачи металлорежущего станка к валу двигателя, как в предыдущих примерах, тогда

$$J_n = \frac{1}{i^2 k_1} \cdot m_{\text{мех}},$$

где $k_1 = 90 \div 95 [1/\text{м}^2]$ – коэффициент приведения; $i = i_1 \cdot i_2$. Суммарный момент инерции определяется в итоге равенством

$$J_{\Sigma} = J_{\text{дв}} + J_n.$$

Данные для расчёта мощности двигателя механизма подачи приведены в таблице 3.

Таблица 3. Данные для расчёта мощности двигателя механизма подачи.

№	V (м / с)	i_1	i_2	F_n	m (кг)	μ
1	0,0250	7,0	35	500	15,0	0,050
2	0,0255	7,0	35	490	14,5	0,050
3	0,0260	6,5	33	480	14,0	0,050
4	0,0265	6,5	33	470	13,5	0,050
5	0,0270	6,0	31	460	13,0	0,045
6	0,0275	6,0	31	450	12,5	0,045
7	0,0280	5,5	29	440	12,0	0,045
8	0,0285	5,5	29	430	11,5	0,045
9	0,0290	5,0	27	420	11,0	0,040
10	0,0295	5,0	27	410	10,5	0,040
11	0,0300	4,5	25	400	10,0	0,040
12	0,0305	4,5	25	390	9,5	0,040
13	0,0310	4,0	23	380	9,0	0,035
14	0,0315	4,0	23	370	8,5	0,035
15	0,0320	3,5	21	360	8,0	0,035
16	0,0325	3,5	21	350	7,5	0,035
17	0,0330	3,0	20	340	7,0	0,035

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4.

ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ РАБОТЫ КАРЬЕРНОГО КОНТЕЙНЕРНОГО ПОДЪЕМНИКА.

Цель практического занятия: *обучить студентов основным элементам и технологическим схемам работы карьерного контейнерного подъемника.*

Ключевые слова: *кинематическая схема, контейнерный подъемник, схемы работы, карьер, автосамосвал, техническая производительность, подземная выработка, накопитель контейнеров, рамы, борт карьера.*

В институте НИИКМА предложен принципиально новый контейнерный подъемник. Он предназначен для выдачи из карьера груженных контейнеров (автосамосвалов, думпкаров или их съемных кузовов) и одновременного спуска в карьер порожних. Кинематическая схема подъемника выполнена таким образом, что в нем находится не один, а несколько груженных и порожних контейнеров, что позволяет сохранять постоянной техническую производительность подъемника при углублении карьера и тем самым устранить одну из основных причин опережающего роста транспортных затрат.

На рис. 5 показана принципиальная схема указанного подъемника. Две кинематически связанные параллельные и примыкающие друг к другу рамы 1 и 2 смонтированы на борту карьера или в подземной выработке и связаны между собой, например, через тяги 3, соединенные с двуплечим рычагом 4. Рычаг закреплен при помощи шарнира 5 к основанию. Рамы 1 и 2 разделены на отсеки перегородками 6. В отсеках на перегородках 6 размещаются груженные 7 и порожние 8 контейнеры. Каждый отсек имеет механизм для перемещения контейнеров в отсеки соседней рамы. Рычаг 4 снабжен приводом 9. При использовании в качестве контейнеров кузовов автосамосвалов или думпкаров подъемник снабжается устройствами для их съема и установки на базу транспортного средства. Для обеспечения ритмичности работы подъемника его загрузочная и разгрузочная части могут оборудоваться накопителями контейнеров.

На рис. 6 приведена технологическая схема работы подъемника. В исходном положении (см. рис. 6, а) нижний отсек рамы 1 поступает груженный контейнер 7, а в верхний отсек рамы 2 — порожний контейнер 8. Приводом 9 подъемник переводится в положение, показанное на рис. 6, б, и останавливается для обмена контейнерами между рамами 1 и 2. При этом груженный контейнер 7 перемещается во второй нижний отсек рамы 2, а порожний контейнер 8 — во второй верхний отсек рамы. После этого рамы 1 и 2 переводятся в исходное положение (см. рис. 6, в), и подъемник снова останавливается для обмена контейнерами между рамами, загрузки очередного груженого контейнера в раму 1 и порожнего в раму 2. Далее подъемник переводится

последовательно в положения, показанные на рис.6 г, д, и при остановках осуществляются очередные обмены контейнерами между рамами.

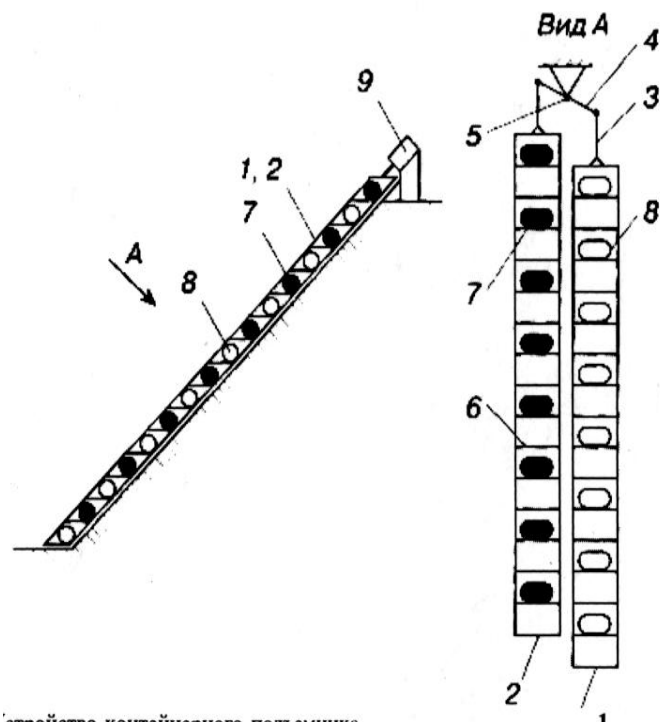
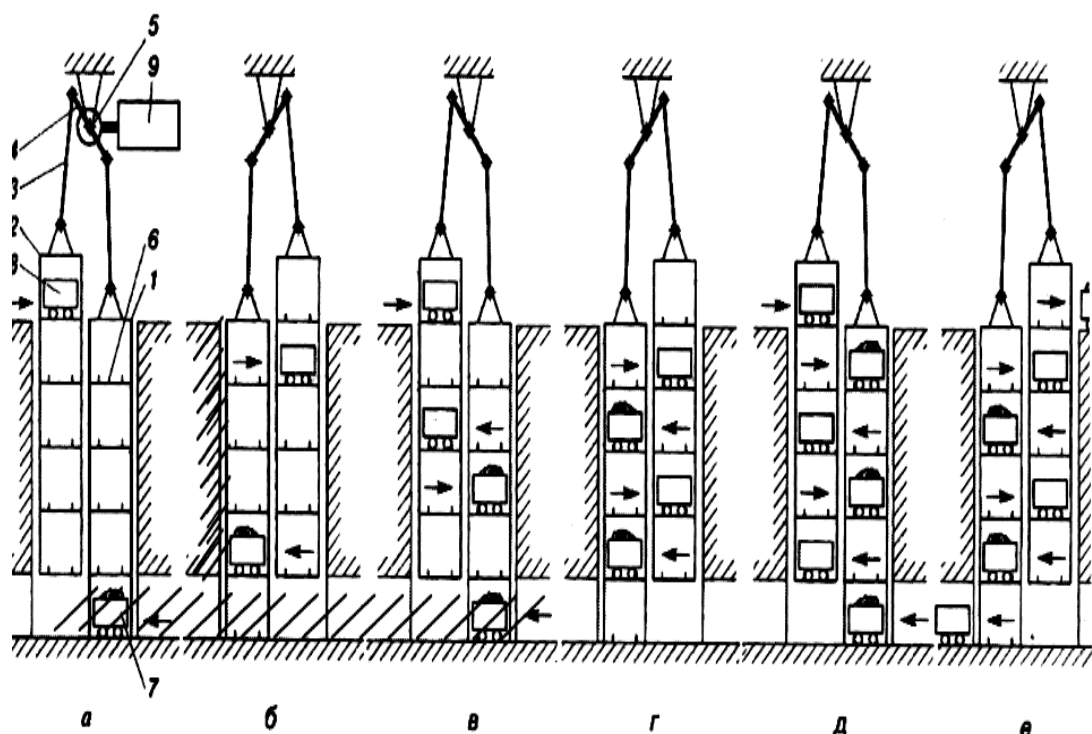


Рис. 5 Устройства контейнерного подъемника.



Принципиальная технологическая схема работы контейнерного подъемника.

После перемещения механизма в положение, показанное на рис. 6, е, осуществляется выгрузка из отсека груженого контейнера на поверхности и порожнего контейнера в карьере. Это положение (см. рис. 6 е) фиксирует выход подъемника на номинальный режим работы.

Способ контейнерного перемещения сыпучих материалов по трубопроводу.

Изобретение относится к трубопроводному транспорту, а именно к способу транспортирования сыпучих материалов с одновременным измельчением (в частности, рудной массы). Способ характеризуется тем, что при его осуществлении используют шаровые контейнеры, которые загружают на 50% их внутреннего объема. Скорость качения шаровым контейнерам задают такую, при которой происходит измельчение сыпучих материалов с одновременным их перемещением по трубопроводу. Изобретение позволяет повысить эффективность транспортировки сыпучих материалов по трубопроводу с одновременным их самоизмельчением.

Изобретение относится к трубопроводному транспорту, а именно к способу транспортирования сыпучих грузов, в частности рудной массы, с процессом одновременной обработки транспортируемого материала.

Известен способ транспортировки сыпучих материалов по трубопроводу, включающий загрузку контейнеров, введение в шлюзовую камеру, подачу сжатой рабочей среды, воздействующей на корпус контейнера.

Известна установка для реализации этого способа, содержащая замкнутый грузовод, камеры загрузки и выгрузки контейнеров, пневмосистему подачи контейнеров. Известна также система трубопроводного контейнерного пневмотранспорта. Система включает в себя трубопровод с воздуходувными агрегатами и станциями погрузки и разгрузки контейнеров. Способ, реализуемый с помощью данной системы, заключается в следующем. На станции погрузки контейнеры загружают и затем перемещают их по трубопроводу. Для перемещения контейнеров по трубопроводу используют воздуходувные агрегаты. Перед станцией разгрузки выполняют торможение контейнеров и затем их разгрузку.

Существенными недостатками этого способа являются высокая удельная энергоемкость и функциональная ограниченность за счет того, что энергия и время расходуются только на процесс перемещения контейнеров без выполнения дополнительных работ с транспортируемым материалом.

Задачей изобретения является повышение эффективности транспортировки сыпучих материалов за счет выполнения дополнительной операции - создания возможности их измельчения в процессе движения контейнеров от станции погрузки до станции разгрузки.

Поставленная задача решается тем, что в способе трубопроводного контейнерного перемещения сыпучих материалов, включающем загрузку контейнеров сыпучими материалами, перемещение их с регулируемой скоростью по трубопроводу с помощью воздуходувного агрегата, предлагается сыпучими материалами загружать шаровые контейнеры до 50% их внутреннего объема и при движении контейнеров по трубопроводу

придавать им плоскопараллельное движение со скоростью качения, определяемой по формуле

$$v_0 = \sqrt{\frac{2\sigma_d}{\rho}}, \quad (1)$$

где v_0 - скорость качения шаровидного контейнера, м/с;

σ_d - динамическая прочность частиц сыпучего материала, МПа;

ρ - плотность частиц сыпучего материала кг/м³.

Порядок реализации способа следующий.

Шаровидные контейнеры до 50% их внутреннего объема заполняют сыпучими материалами и герметизируют. На станции погрузки контейнеры загружают в трубопровод и с помощью воздухоудувного агрегата перемещают их в продольном направлении трубопровода.

В результате контейнеры будут совершать плоскопараллельное движение, включающее в себя поступательное движение от основных воздухоудувных агрегатов и вращательное движение. При этом шаровидные контейнеры должны развивать достаточно большие скорости качения, чтобы иметь значительные центробежные силы, воздействующие на частицы рудной массы внутри барабана и заставляющие эти частицы ударяться о поверхность контейнера и таким образом самоизмельчаться. Очевидно, что при малой величине диаметра катящегося контейнера гравитационная составляющая силы соударения будет мала по сравнению с центробежной составляющей, обеспечивающей самоизмельчение руды в контейнере. Задаем скорость качения контейнера, достаточную для получения центробежной силы соударения частиц рудной массы с внутренней поверхностью контейнера, обеспечивающей разрушение рудной массы.

Вращение рудной массы относительно центра шара порождает центробежную силу

$$F_{ц.б} = m\omega^2 R,$$

где m - масса частицы руды,

R - радиус окружности, по которой движется частица,

ω - угловая скорость ее движения.

При столкновении с внутренней поверхностью сферы частицы руды подвергаются механическому давлению, что приводит к их дроблению.

Вращение контейнера вокруг его геометрического центра обеспечивается давлением сжатого воздуха вследствие того, что коэффициент трения качения $K_{тр.к.}$ для пары сталь-сталь при радиусе контейнера $r \sim 1$ м составляет 0,01, коэффициент трения скольжения для указанной пары намного больше. В результате возникает результирующий момент силы, обеспечивающий вращение шарового контейнера. Как следствие, отпадает необходимость в дополнительных воздухоудувных агрегатах, создающих тангенциальный воздушный поток.

Эпюра скоростей точек поверхности катящегося контейнера имеет вид, показанный на чертеже.

Скорость точек меняется от нуля в точке Р до максимума в точке А. За среднюю скорость перемещения контейнера можно принять скорость v_0 центра контейнера.

Эпюра скоростей является упрощенной и в какой-то мере суммирующей векторно скорости частиц рудной массы, соударяющихся как между собой, так и с внутренней поверхностью контейнера, перемещающегося со средней скоростью v_0 . Эту скорость определяем, поставив условием разрушение крупных частиц рудной массы внутри барабана при ударах о стенки катящегося контейнера.

Представим процесс соударения частиц рудной массы и стенки контейнера как процесс ударного воздействия на стенку бесконечно большого числа частиц единичного объема $\omega_1 = 1 \times 1 \times 1$. Тогда кинетическая энергия движущейся частицы T_1 с единичным объемом будет равна $T_1 = T/\omega_1$, где T - полная кинетическая энергия,

$$T = \frac{m \bar{v}_0^2}{2},$$

где m - масса частицы единичного объема.

Тогда

$$T_1 = \frac{m v_0^2}{2 \cdot \omega_1} = \frac{\rho v_0^2}{2},$$

где ρ - плотность рудной массы.

Согласно теории размерностей размерность T_1 будет

$$\left| \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} \right| = \left| \frac{\text{н}}{\text{м}^2} \right|,$$

т. е. размерность T_1 имеет размерность напряжения. Поэтому условием эффективного разрушения частиц при ударе о стенку контейнера будет неравенство

$$\frac{\rho \cdot v_0^2}{2} > \sigma_d, \quad (2)$$

где σ_d - динамическая прочность частиц рудной массы.

Решив (2) относительно v_0 , получим

$$v_0 > \sqrt{\frac{2\sigma_d}{\rho}}, \quad (3)$$

где v_0 - скорость качения шаровидного контейнера, м/с;

σ_d - динамическая прочность частиц сыпучего материала, МПа;

ρ - плотность частиц сыпучего материала, кг/м³.

Указанные отличительные признаки: использование шаровых контейнеров; загрузка сыпучими материалами шаровых контейнеров на 50% их внутреннего объема; задание скорости качения шаровым контейнерам, при которой происходит дезинтеграция сыпучих материалов одновременно с перемещением их по трубопроводу, придают способу новое качество, заключающееся в повышении эффективности транспортировки сыпучих материалов по трубопроводу. Для реализации способа используют шаровидные контейнеры (сфероиды), имеющие крышку, через которую загружают полость контейнера, в результате загрузки примерно на 50% его объема создают условия перекачивания материала при движении контейнера, что и приводит к принудительному истиранию материала, доставляемого к месту его окончательной переработки (в случае руды), или для непосредственной сортировки и использования (как строительного материала).

Способ контейнерного перемещения сыпучих материалов по трубопроводу, заключающийся в загрузке контейнеров, перемещении их с регулируемой скоростью по транспортному трубопроводу с помощью воздуходувных агрегатов, отличающийся тем, что контейнеры шаровидной формы заполняют сыпучими материалами до 50% их внутреннего объема, и при перемещении по транспортному трубопроводу шаровым контейнерам придают плоскопараллельное движение со скоростью качения, определяемой из выражения

$$v_0 = \sqrt{\frac{2\sigma_d}{\rho}},$$

где v_0 - скорость качения шаровидного контейнера, м/с;

σ_d - динамическая прочность частиц сыпучего материала, МПа;

ρ - плотность частиц сыпучего материала кг/м³.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5.
ТЕМА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИЛ ГРАВИТАЦИИ ДЛЯ
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУЗА ИЗ НАГОРНЫХ КАРЬЕРОВ
(ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ).

Цель практического занятия: *научить студентов использовать силы гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров.*

Ключевые слова: *гравитационные силы, рельсы, автосамосвалы, транспортирование груза, механическое оборудование, карьер, машины, барабан, рельсовые пути, автодороги.*

За последнее время в нашей промышленности все более широко применяются транспортирующие устройства - так называемые *гравитационные устройства*. Главным и исключительно ценным свойством транспортирующих устройств является то, что они дают возможность перемещать грузы с использованием силы тяжести, веса самых перемещаемых грузов и не нуждаются ни в каких двигателях. Такие транспортирующие устройства не требуют больших капитальных затрат и отличаются простотой конструкции, дешевизной эксплуатации, большой надежностью в работе и другими преимуществами.

К машинам второй группы относятся качающиеся, инерционные роликовые, винтовые, вибрационные, пневматические и гидравлические конвейеры, *гравитационные устройства*.

Механические транспортирующие машины непрерывного действия делятся на такие группы: машины с гибким тяговым органом, машины без тягового органа и *гравитационные устройства*.

Для равномерного распределения конденсата, образующегося на охлаждаемых поверхностях, по обогреваемым поверхностям испарения, колонны термической ректификации оборудованы специальными центробежными или *гравитационными устройствами*. Благодаря этому колонны термической ректификации являются также весьма перспективными для разделения так называемых отрицательных систем, разделение которых в обычных пленочных аппаратах затруднено из-за невозможности создания стабильной пленки жидкости на поверхности насадки.

Роликовые транспортеры представляют собой устройства, в которых скольжение груза по направляющим заменено движением по роликам, благодаря чему становится возможным перемещать грузы с малыми углами наклона *гравитационного устройства*.

В бункерных к транспортным установкам широко применяют средства гравитационного (самотечного) транспорта, к которым относятся спускные желоба, лотки и трубы, каскадные и винтовые спуски. *Гравитационные устройства* предназначены для подачи насыпных грузов из бункеров и штучных грузов на погрузочных установках.

В этих устройствах, как указывалось ранее, для транспортирования грузов используют силу тяжести. *Простейшим гравитационным*

устройством является наклонная плоскость, желоб или труба, по которым скатывается транспортируемый груз. Желоба, плоскости и трубы выполняют из металла, асбоцемента или же из дерева, обитого железом.

В этих устройствах для транспортирования грузов используют силу тяжести. *Простейшими гравитационными устройствами* являются наклонная плоскость, желоб, труба, по которым скатывается транспортируемый груз.

Механизмы поворота грузонесущего устройства крана на гибком подвесе делятся на три группы: механические, гидравлические и гравитационные. В *гравитационных устройствах* поворот осуществляется под действием собственного веса груза.

Известны и другие специальные технические средства пересылки документов или информации. К таким средствам относятся, например, рейферные установки, ленточные транспортеры, *гравитационные устройства*, пневматическая связь, специальная телефонная связь, телеграфная и фототелеграфная связь, телевизионная связь, радио, административно-производственная вызывная сигнализация.

Гравитационные устройства позволяют пересылать документы, используя силу тяжести транспортируемого груза. Разгрузка шлюза происходит обычно только в одной точке - на конце шлюза, хотя возможна разгрузка и в нескольких точках с помощью перекрывающих шлюз дверей или клапанов, находящихся в определенных местах. *Гравитационные устройства* могут быть использованы для доставки документов в ближайшие пункты помещения, расположенные в одном этаже, а также из верхнего этажа в нижний. Когда точки, между которыми передаются документы, находятся в разных горизонтальных плоскостях, гравитационные устройства удобно применять в комбинации с ленточными конвейерами, осуществляющими горизонтальное перемещение документов.

К гравитационным устройствам, перемещающим груз под действием силы тяжести, относятся лотки, скаты, бесприводные роликовые конвейеры (рис. 3), винтовые спуски. Для передвижения грузов под действием силы тяжести рольганги устанавливаются с небольшим наклоном. *Гравитационные устройства* в конструктивном отношении очень просты, дешевы в изготовлении и эксплуатации, занимают мало места и работают либо как самостоятельное транспортное средство, либо в виде дополнительных устройств, напр, лотков, подающих детали с конвейера на рабочее место. При помощи оборудования пневматического транспорта грузы перемещаются в специальных трубопроводах: сыпучие грузы - в потоке воздуха, штучные грузы - в калиброванной таре, продвигаемой под давлением воздуха.

Машины, рабочий орган которых (лента, цепь, канат, винт, скребки, лоток и др.) движется непрерывно, не останавливаясь для приема и отдачи груза, и перемещает груз к месту назначения непрерывным потоком, называются машинами непрерывного действия. К ним относятся конвейеры (ленточные, пластинчатые, скребковые), элеваторы и пр.

Конвейеры *роликовые, винтовые, вибрационные, различные гравитационные устройства* (наклонные и спиральные спуски, желоба), а также устройства пневматического и гидравлического транспорта перемещают груз непрерывным потоком без тягового органа.

Ниже приводится одна из возможных схем (рис.1) транспортирования грузов в карьере с использованием гравитационных сил. На схеме транспортирования грузов, включающей пути с перемещающимися по ним тележками, связанными между собой гибким тяговым органом, трасса соответствует профилю борта карьера (см. рисунок). Пути на каждой площадке уступа оборудованы двумя вертикальными стенками с рельсами, расположенными по обе стороны от тележки, а тележка имеет дополнительные колеса, взаимодействующие с рельсами вертикальных стенок. Для натяжения тягового органа рельсы, установленные на площадке уступа, и параллельные им рельсы на вертикальной стенке имеют уклон в сторону выработанного пространства, величина которого больше значения коэффициента сопротивления движению тележки по рельсам. Кроме того, пологие участки рельсов имеют уклон в сторону выработанного пространства, определяемый по формуле

$$i > k = P/G$$

где k - коэффициент сопротивления движению тележки по рельсам;

P – сила сопротивления движению тележки по горизонтальному пути;

G - масса тележки.

Этому уклону соответствует угол α . Соблюдение условия $i > k$ обеспечивает необходимое натяжение каната.

Устройство для транспортирования грузов работает следующим образом. Автосамосвалы устанавливают на тележки одновременно: например, на нижнюю тележку – порожний автосамосвал, на верхнюю — грузеный. Затем, при вращении приводного барабана, нижняя тележка тяговым органом перемещается по площадке уступа, верхняя - в сторону выработанного пространства под действием собственного веса. При этом нижние колеса тележки катятся по нижним рельсам, а дополнительные - по боковым рельсам, что обеспечивает горизонтальное положение платформы тележки. Далее тележки перемещаются по откосам уступа: нижняя - вверх, а верхняя - вниз. Приводной барабан в этом случае работает в генераторном режиме и рекуперировывает энергию в сеть.

При перемещении тележки по откосу на расстояние, равное расстоянию между осями нижних и верхних колес, дополнительные колеса выходят из контакта с боковыми рельсами, и тележка движется по нижним рельсам.

Такое техническое решение позволяет до минимума сократить затраты на подготовку трассы, исключить горные работы, связанные с выполаживанием борта карьера под трассу для путей, обеспечить спуск автосамосвалов в карьер по кратчайшему пути, сократить эксплуатационные

расходы на обслуживание автосамосвалов, снизить объем вскрышных работ за счет уменьшения ширины проезжей части автодорог, увеличить производительность автосамосвалов и в конечном счете уменьшить себестоимость транспортирования примерно на 10–15 %.

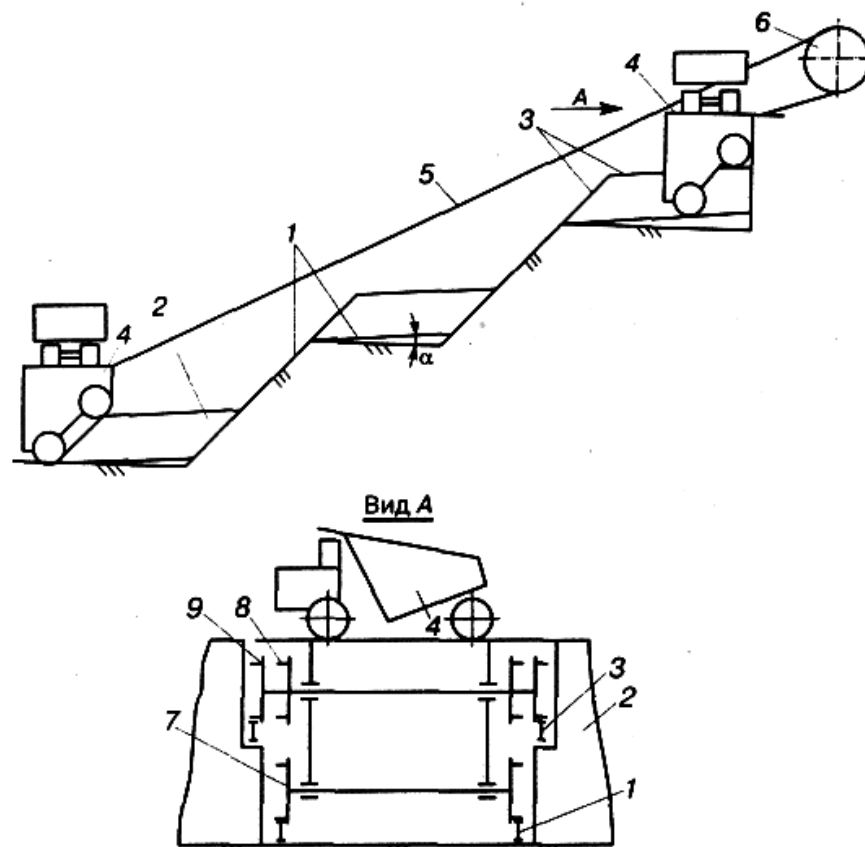


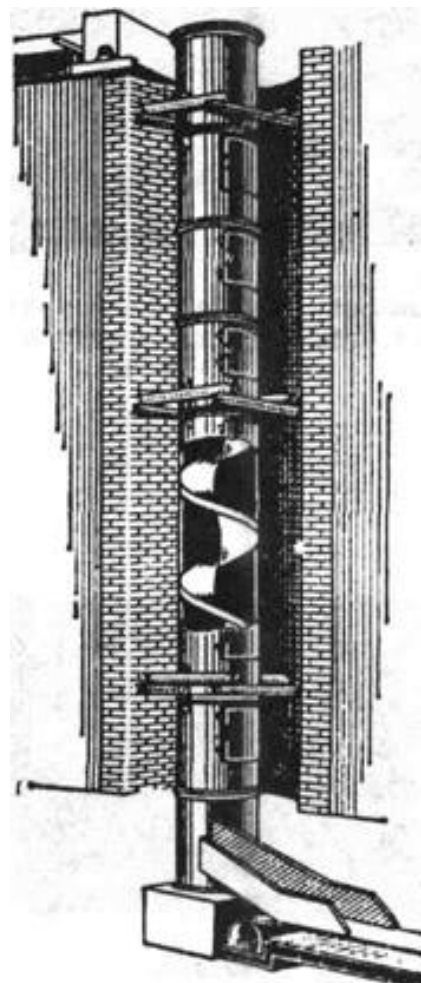
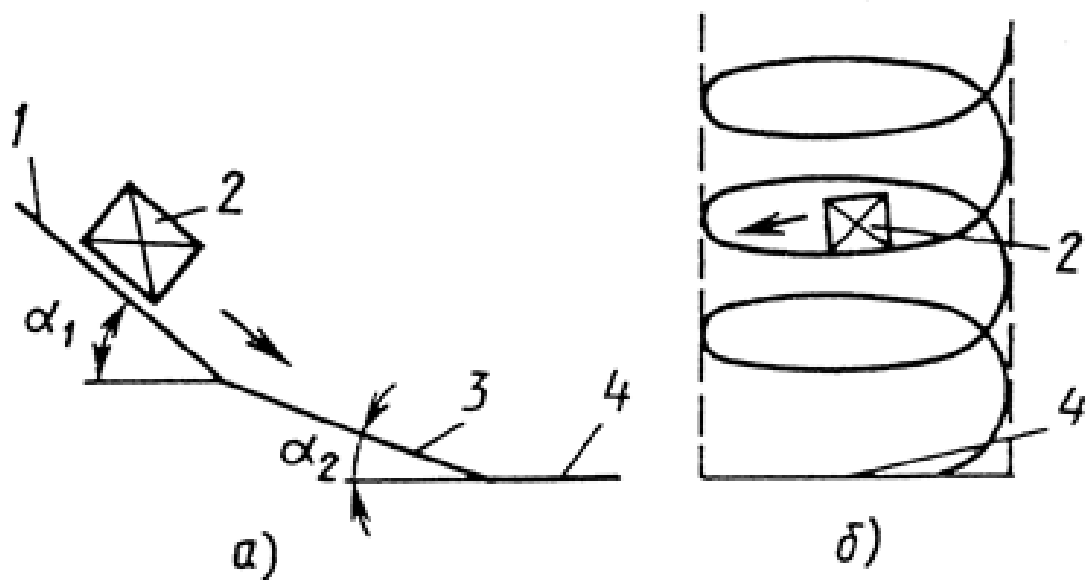
Рис.1. Схема устройства для транспортирования грузов:

1, 3 - рельсовые пути соответственно нижние и боковые; 2 — вертикальная стенка; 4 — тележки; 5 - гибкий (тяговый) орган; 6 - приводной барабан; 7, 8, 9 - колеса соответственно нижние, верхние и дополнительные.

Такая схема в принципе применима и для случая подъема груза вверх, тогда порожний автосамосвал будет спускаться вниз под действием собственного веса.

Гравитационные устройства для транспортирования груза выполняются в виде наклонных или винтовых спусков, по которым груз перемещается под действием собственной силы тяжести.

Наклонный спуск (рис. 2, а) состоит из трех участков: на участке 1 с большим углом наклона груз 2 разгоняется до заданной скорости, на участке 3 замедляет движение, а затем останавливается на участке 4.



Основной характеристикой транспортирующей машины является ее *производительность*, под которой понимают количество (массу) или объем груза, проходящего через данное сечение в единицу времени.

Для насыпных грузов различают массовую Π_M (т/ч) и объемную Π_V (м³/ч) производительности, которые связаны между собой зависимостью

$$\Pi_M = \Pi_V \times r_V, (1)$$

где r_V – плотность насыпного груза, т/м³.

При расчете производительности машин непрерывного транспорта рассматриваются три случая транспортирования грузов: транспортирование насыпного груза непрерывным потоком; насыпного груза отдельными порциями; штучного груза.

Массовая производительность (т/ч) машины, перемещающей насыпной груз непрерывным потоком, определяется по формуле

$$\Pi_M = 3600 \times A \times v \times r_V, (2)$$

где A – площадь поперечного сечения насыпного груза, м²;
 v – скорость перемещения груза, м/с;
 r_V – насыпная плотность груза, т/м³.

Учитывая непрерывность потока транспортируемого груза, производительность машины можно выразить также через погонную массу (плотность) груза r_L (кг/м). Для этого найдем связь между погонной плотностью груза на конвейере r_L и насыпной плотностью груза $\times r_V$:

$$r_L = m / l = (1000 r_V A l) / l = 1000 r_V A$$

или

$$r_V = r_L / (1000 \times A), (3)$$

где m – масса груза на участке конвейера длиной l .

Подставив выражение (3.3) в (3.2), получим:

$$\Pi_M = 3600 \times A \times v \times r_L / (1000 \times A) = 3,6 \times r_L \times v. (4)$$

Производительность транспортирующей машины можно также выразить через погонную нагрузку или линейную силу тяжести q_r (Н/м) насыпного груза:

$$\Pi_M = 3,6 \times q_r \times v / g. (5)$$

Здесь $q_r = g \times r_L$, а $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

Если транспортирование насыпного груза осуществляется порциями, например, в отдельных сосудах (ковшах, поддонах, изложницах и т.п.) емкостью V_0 (м³) со средним коэффициентом наполнения каждого сосуда γ , при шаге сосудов s (м), то погонная масса r_L (кг/м) груза равна:

$$r_L = (\gamma \times V_0 \times r_v) / s. \quad (6)$$

В этом случае, подставив выражение (6) в (4), получим:

$$\Pi_M = 3,6 \times v \times (\gamma \times V_0 \times r_v) / s. \quad (7)$$

При перемещении штучных грузов производительность конвейера Z (шт/ч) зависит от шага между единичными грузами s (м):

$$Z = 3600 \times v / s \quad (8)$$

При транспортировании штучных грузов массой M_0 (кг) каждый, расположенных с шагом s (м), условная погонная масса (кг/м) транспортируемого груза и массовая производительность (т/ч) машины равны, соответственно:

$$r_L = M_0 / s; \quad \Pi_M = 3,6 \times v \times M_0 / s. \quad (9)$$

Определив необходимую производительность и тип транспортируемого груза, можно приступить к расчету и проектированию ленточного конвейера.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6.
ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК НЕКОТОРЫХ КРУПНЕЙШИХ В МИРЕ
ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ.

Цель практического занятия: *обучить студентов анализу технических характеристик, а также основным техническим параметрам и методикам общего расчета ленточных конвейеров.*

Ключевые слова: *характеристики конвейеров, ленточные конвейеры, транспортировка материалов, канатно-ленточный конвейер, однопролетные конструкции, расчет конвейера, диаметр роликов, диаметр барабана, мощность привода, отличительные особенности.*

Мировым лидером по производству конвейеров большой протяженности является подразделение «Транспортировка насыпных материалов» компании «METSOMINERALS» (Англия).

Вплоть до середины XX века любой конвейер длиной более 1 км считался высшим техническим достижением, и еще в 1953 году канатно-ленточный транспортер «установил» рекордное значение протяженности одного пролета - более 10 км. Канатно-ленточный конвейер, введенный в эксплуатацию в 1971 году в Юнионтауне (штат Кентукки, США) протяженностью 14.6 км, относился к самой длинной системе.

Это достижение оставалось высшим до 1984 г., когда были введены в эксплуатацию конвейеры «WorsleyAlumina».

Характеристики некоторых из самых протяженных в мире канатно-ленточных систем конвейерного транспорта представлены в табл. 2.

Конвейеры АО «WorsleyAlumina», введенные в эксплуатацию более 20 лет назад, до сих пор остаются непревзойденными по своим параметрам. Несмотря на интенсивные разработки систем и технологические новинки в области производства конвейеров традиционной конструкции (когда тяговое усилие передается несущей ленте), самой длинной одноставной конструкцией остается система протяженностью около 16 км, т.е. почти на половину меньше, чем самый длинный канатно-ленточный конвейер.

Однако однопролетные конструкции являются лишь частью комплекса, состоящего из нескольких конвейеров, объединенных вместе и образующих систему очень большой протяженности для транспортировки насыпных материалов.

Большим расстоянием транспортирования насыпных грузов можно считать расстояние от 10 км вплоть до 100 км

Таблица – 2.

**Основные технические характеристики некоторых крупнейших в мире
ленточных конвейеров**

Местоположение	Год ввода	Длина, м	Производительность, т /час	Материал	Скорость, м / с	Установленная мощность, кВт	Отличительные особенности
1	2	3	4	5	6	7	8
Шотландия	1951	720	130	Рядовой уголь	1,14	75	Первый серийный ленточный конвейер
Англия	1961	4207	870	Рядовой уголь	2,29	750	Подземный
США	1971	14598	1360	Дробленый уголь	4,19	1865	Поверхностный
США	1978	9913	2000	Медная руда	4,19	1865	Поверхностный
Англия	1981	9200	2700	Рядовой уголь	7,50	8750	Наклонный конвейер, рассчитанный на 14200 м
Замбия	1981	11385	850	Медная руда	3,50	1200	Большой изгиб в горизонтальной плоскости
Австралия	1981	10400	2500	Уголь	4,00	2500	Поверхностный
Австралия	1983	30441	2300	Боксит	6,00	8000	Самый протяженный конвейер в мире

1	2	3	4	5	6	7	8
Австралия	1983	20712	2300	Боксит	6,00	5200	Второй по протяженности конвейер в мире
Ямайка	1984	14192	1428	Боксит	4,00	1865	Поверхностный
Индия	1985	14550	1800	Боксит	4,70	2000	Поверхностный
Израиль	1987	18113	800	Поташ	4,60	4000	Самый длинный в мире изгибающийся конвейер
Канада	1987	6000	2200	Рядовой уголь	6,00	6000	Крутонаклонный
Ямайка	1991	7866	1000	Боксит	3,25	750	Поверхностный нисходящий с поворотами
Венесуэла	1992	4232	1600	Боксит	4,00	2500	Большой регенеративный конвейер
США	1992	6415	700	Дробленый уголь	3,25	1350	Очень сложный рельеф местности
США	1992	10745	1360	Рядовой уголь	4,19	1865	Перемещение конвейера Апамах
Филиппины	1996	5775	1000	Известняк	3,50	600	Изгиб с радиусом 400 м
Канада	1997	10390	1070	Рядовой уголь	4,80	1365	Нисходящий с изгибами радиусом 430 м

Общий расчет ленточного конвейера.

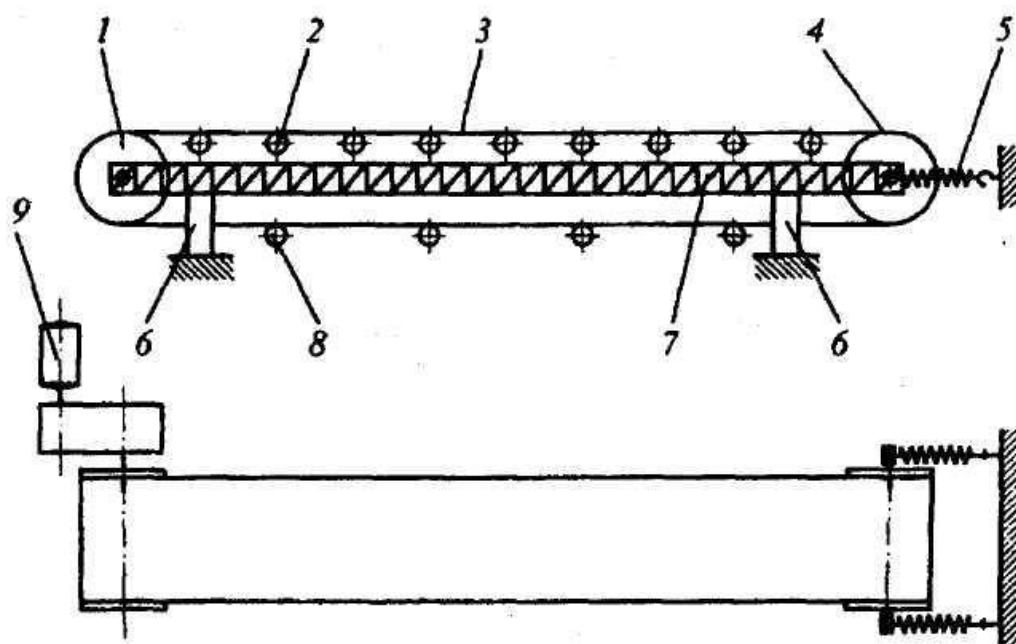


Рис. 1. Схема ленточного конвейера:

1 - приводной барабан; 2 – роlikоопоры грузовой ветви; 3 - лента; 4 – натяжной барабан; 5 – натяжное устройство; 6 – опора конвейера; 7 - рама; 8 – роlikоопора холостой ветви; 9 - привод конвейера.

Исходные данные для расчета по варианту № 5

Транспортируемый материал – зола сухая,
 массовая производительность конвейера – $Q=60$ т/ч,
 длина конвейера – $L=100$ м,
 угол подъема или уклона конвейера – $\gamma=0^\circ$,
 вид верхних роlikовых опор – двухроlikовая.

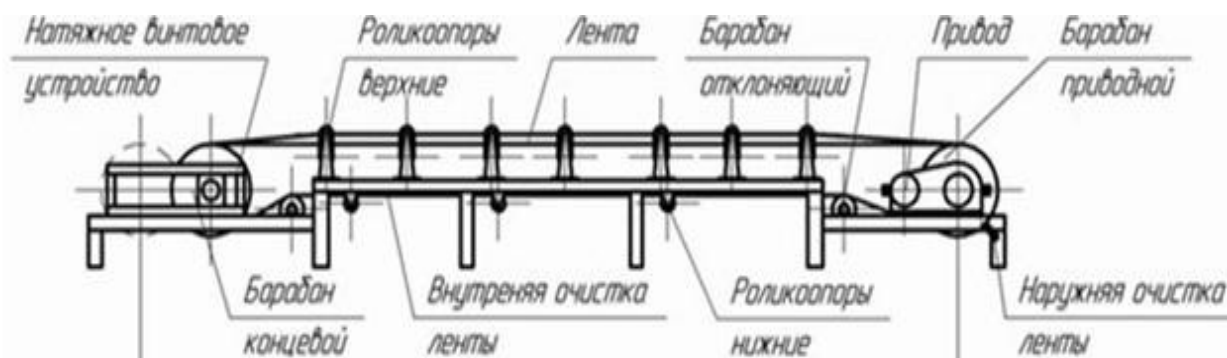


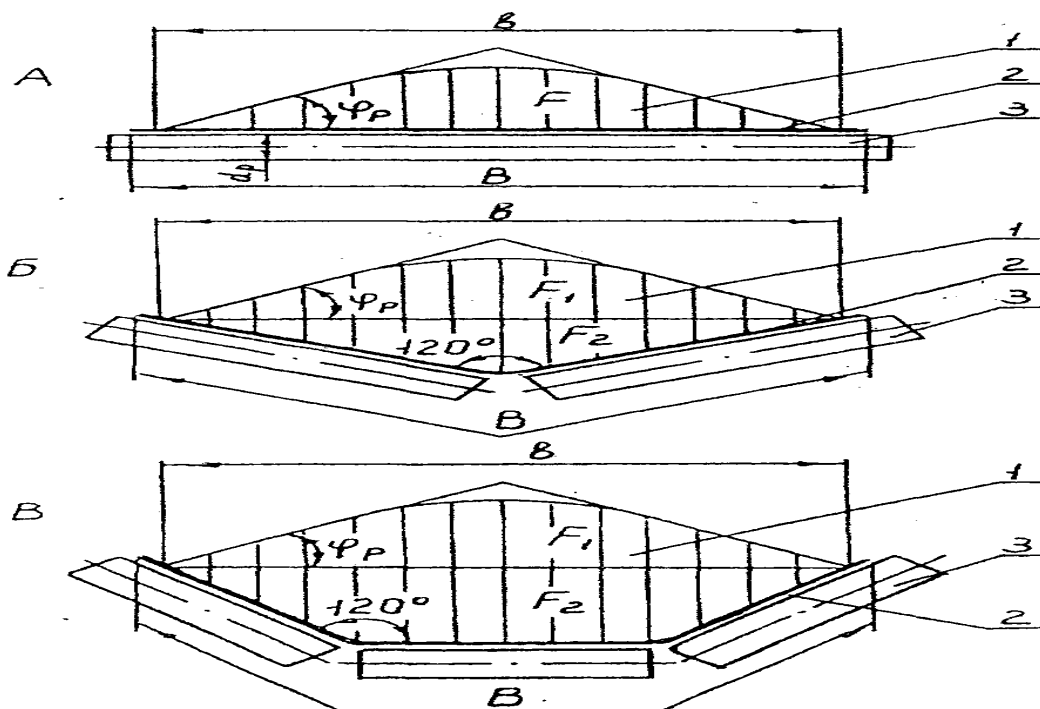
Рис. 3 - Схема ленточного конвейера

Конвейерный транспорт — технологический процесс перемещения горных масс с помощью конвейеров на подземных и открытых разработках месторождений полезных ископаемых. В широком смысле — комплекс, объединяющий конвейеры и вспомогательное оборудование (например, бункеры, питатели и др.), технические средства управления производством работ, а также технического обслуживания и ремонта.

Ленточный конвейер состоит из следующих основных элементов: собственно конвейерная лента, привод, став с роlikоопорами, загрузочное и натяжное устройство. Также на конвейеры устанавливаются ловители ленты, чистящие механизмы, механизмы для взвешивания груза и т.д.

Ленточный конвейер (рисунок 3) условно можно разбить на три основные части: головную, среднюю и хвостовую. В качестве несущего (транспортирующего) и тягового органа применяются резинотканевые ленты с гладкой поверхностью.

Механизация погрузочно-разгрузочных работ — это один из важнейших резервов повышения экономической эффективности технологических операций с сыпучими грузами. Многообразие насыпных грузов, различающихся по свойствам и назначению, обуславливает применение различных бункеров, бункерных устройств, загрузочных приспособлений, стабилизаторов истечения, питателей и т.д. Все они относятся к системе транспортирующих механизмов для комплексной механизации грузопотока



Последовательность расчета

Принимаем угол развала между роликами в роликовых опорах 120° , тогда площади поперечного сечения материала на ленте F и ширину ленты B можно выразить следующим образом:

для двухроликовых опор

$$F = \frac{1}{4} b^2 (f \operatorname{tg} \varphi_p + \operatorname{tg} 30^\circ), \quad (1.1)$$

где b – ширина основания сечений материала на ленте, м;

$f = 0,8$ - коэффициент округления шапки сечения материала в движении;

φ_p - расчетный угол естественного откоса материала, град., [1, табл.1, С. 13].

Площадь поперечного сечения материала на ленте F определяется по заданной массовой производительности конвейера Q и принятой скорости движения ленты $V_{\text{л}}$ [1, табл.1, С. 13].

$$Q/\delta = 3600 F V_{\text{л}} k, \quad (1.2)$$

$$\text{Отсюда } F = Q / (3600 \cdot \delta \cdot V_{\text{л}} k) = 60 / (3600 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,9) = 0,038 \text{ м}^2$$

где Q - массовая производительность конвейера, т/ч;

δ - плотность материала, т/м³ [1, табл. 1, С. 13];

$V_{\text{л}}$ - принятая скорость движения ленты, м/с [1, табл. 1, С. 13];

$k = 0,9$ - коэффициент неравномерности загрузки конвейера.

Тогда,

$$b = 2 \cdot \sqrt{F / (f \cdot \operatorname{tg} \varphi_p + \operatorname{tg} 30^\circ)} = 2 \cdot \sqrt{0,038 / (0,8 \cdot \operatorname{tg} 10^\circ + \operatorname{tg} 30^\circ)} = 0,46 \text{ м}, \quad (1.3)$$

$$B = b + 0,1 = 0,46 + 0,1 = 0,56 \text{ м}, \quad (1.4)$$

Принимаем ближайшее значение ширины ленты B по стандартному ряду (ГОСТ 22644 - 77). $B = 650$ мм. $B_{\text{ф}} = 650$ мм [1, С.5; 3, С.1]

2. Расчет уточненного значения скорости движения ленты

$$V_y = Q / 3600 \cdot \delta \cdot F_{\text{ф}} \cdot k = 60 / (3600 \cdot 0,6 \cdot 0,054 \cdot 0,9) = 0,6 \text{ м/с}, \quad (1.5)$$

где $F_{\text{ф}}$ - фактическая площадь поперечного сечения материала на ленте, м².

Для однороликовых опор

$$F_{\text{ф}} = \frac{1}{4} b_{\text{ф}}^2 (f \operatorname{tg} \varphi_p + \operatorname{tg} 30^\circ) = \frac{1}{4} 0,55^2 (0,8 \operatorname{tg} 10^\circ + \operatorname{tg} 30^\circ) = 0,054 \text{ м}^2, \quad (1.6)$$

$$b_{\text{ф}} = B_{\text{ф}} - 0,1 = 0,65 - 0,1 = 0,55 \text{ м}, \quad (1.7)$$

где $B_{\text{ф}}$ - фактическая ширина ленты, м;

$f = 0,8$ - коэффициент округления «шапки» сечения материала;

φ_p - расчетный угол естественного откоса материала, град.

[1, табл. 1, С.13].

3. Расчет диаметров барабанов, диаметра роликов и количества верхних роликовых опор

$$d_6 = 0,5 B_{\text{ф}} = 0,5 \cdot 650 = 325 \text{ мм}, \quad (1.8)$$

$$L_6 = B_{\text{ф}} + 100 = 650 + 100 = 750 \text{ мм}, \quad (1.9)$$

$$d_p = 0,1 B_{\text{ф}} = 0,1 \cdot 650 = 65 \text{ мм}, \quad (1.10)$$

$$n_p = \frac{L}{t} \cdot \frac{100}{1,4} = 72 \text{ шт, (1.11)}$$

где B_ϕ - принятая ширина ленты, мм;

L - длина конвейера, м;

t - расстояние между верхними роликовыми опорами, м [1, табл. 6, С.17];

D_6 – диаметр барабана, мм;

d_p – диаметр роликов, мм;

n_p - количество верхних роликовых опор, шт.

4. Расчет мощности привода конвейера

$$N = (Q/360 \eta_0) \cdot c(L_T \pm H) + 0,02 \cdot c q L_T V_y =$$

$$= [60 / (360 \cdot 0,8)] \cdot 0,06(100 + 0) + 0,02 \cdot 0,06 \cdot 19,5 \cdot 100 \cdot 0,6 = 2,7 \text{ кВт, (1.12)}$$

где Q - массовая производительность конвейера, т/ч;

$C = 0,06$ - общий коэффициент сопротивления движению ленты;

$L_T = L \cos \gamma = 100 \cdot \cos 0 = 100$ м - дальность транспортировки по горизонтали;

$H = L \sin \gamma = 100 \cdot \sin 0 = 0$ - конвейер горизонтальный;

γ - угол подъема или уклона конвейера, для горизонтальных конвейеров $H=0$, для конвейеров, работающих на подъем или спуск

H принимается соответственно со знаками $+$ или $-$.

$q = 30 B_\phi = 30 \cdot 0,65 = 19,5$ - масса одного погонного метра движущихся элементов конвейера, кг/м;

B_ϕ - фактическая ширина ленты, м;

V_y - уточненная скорость движения ленты, м/с;

$\eta_0 = 0,8$ - общий КПД привода.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7.

ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОБОРУДОВАНИЯ, ВХОДЯЩИЕ В СОСТАВ РОТОРНОГО КОМПЛЕКСА РАЗРЕЗА «АНГРЕНСКИЙ».

Цель практического занятия: обучить студентов устройству и оборудованию, входящие в состав роторного комплекса разреза «АНГРЕНСКИЙ».

Ключевые слова: разрез «АНГРЕНСКИЙ», система, роторный комплекс, роторный экскаватор, система транспортирования, оборудование комплекса, конструктивные параметры, геометрические параметры, перегружатель, телескопический конвейер.

Примером применения роторного комплекса в горнодобывающей промышленности Узбекистана является разрез «Ангренский» ОА «Узбекуголь». Здесь смонтирован и работает роторный комплекс фирмы ThyssenKruppFordertechnik. Система состоит из роторного экскаватора, самоходного конвейерного перегружателя, комбинированной самоходной загрузочной и кабельной тележки (рис. 8, а), конвейерной установки, передвижного телескопического конвейера и отвалообразователя (рис.8, б). Система конвейерных установок состоит из передвижных и стационарных установок.

На разрезе «Ангренский» с августа 2003 г. начата промышленная эксплуатация комплекса оборудования «Роторный комплекс № 1 фирмы «Thyssen Krupp Fordertechnik», включающего следующую технологическую цепочку: роторный экскаватор SCH RS 200 - конвейерная тележка BRS 1200 - загрузочная тележка с рельсовой тележкой для кабельного барабана W1200-LT500 - конвейерная установка 1200н (система конвейеров - забойный; магистральный; промежуточный; отвальный) - петлевая тележка BR\V1200-отвалообразователь ARS1200. Роторный комплекс предназначен для работы в угольном разрезе «Ангренский» и отработки цветного каолина с насыпным весом 1,65 т/м³ и коэффициентом разрыхления 1,3.

Конструктивные параметры роторного комплекса:

- фактическая производительность - 1073 м³ /час;
- коэффициент использования - 69,7%;
- допустимая высота блоков: общая высота выемки -30 м;
- распределение общей высоты выемки - 3 блока с высотой каждого блока -11 м;
- ширина блоков -17 м;
- максимальный суммарный наклон - 1:15.



Примером применения роторного комплекса в горнодобывающей промышленности Узбекистана является разрез «Ангренский» ОА «Узбекуголь». Здесь смонтирован и работает роторный комплекс фирмы ThyssenKruppFordertechnik. Система состоит из роторного экскаватора, самоходного конвейерного перегружателя, комбинированной самоходной загрузочной и кабельной тележки (рис. 8, а), конвейерной установки, передвижного телескопического конвейера и отвалообразователя (рис.8, б). Система конвейерных установок состоит из передвижных и стационарных установок.

Роторный экскаватор черпает материал, грузит его наконвейерный перегружатель, который через приемный бункер передает материал на конвейер. Перегружатель компенсирует изменение расстояния и высоты между экскаватором и конвейерной установкой.

Транспортирования система в качестве протяженной конвейерной линии между фронтом добычных работ и местом укладки отвал пород вскрыши, транспортирует горную массу к передвижному телескопическому конвейеру, который через петлевые устройства перегружает материал на соединительный отвалообразователя. Оттуда породы вскрыши по стреле отвалообразователя отсыпаются в отработанную часть карьера.

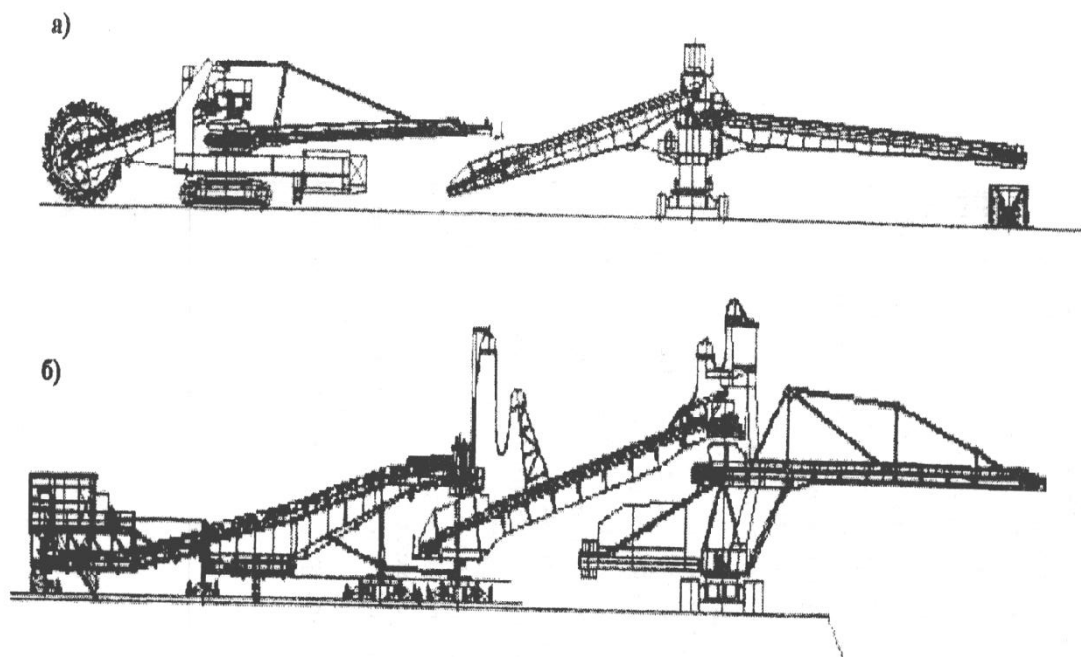


Рис. 8. Оборудования роторного комплекса разреза «Ангренский».

Основными конструктивными параметрами роторного экскаватора, оказывающими влияние на эффективность процесса экскавации, являются геометрические параметры машины и ходового оборудования, а также кинематические параметры приводов и форма зубьев и ковшей.

Геометрические параметры экскаватора и ходового оборудования существенно влияют на размеры добычного блока и эффективность работы роторного экскаватора в блоке, а геометрические параметры и форма ковшей и зубьев - на усилие резания и энергозатраты на процесс копания.

К основным геометрическим параметрам экскаватора относятся диаметр и ширина рабочего колеса, асимметрия ковшей, координаты точки подвеса и вылет стрелы, а также углы установки и смещение рабочего колеса на стреле (рис. 9). Для улучшения процесса разгрузки ковшей и для предотвращения контакта конструкции стрелы с откосом породы в блоке рабочее колесо роторного экскаватора может быть смещено относительно оси стрелы поворнуто как в вертикальной плоскости на угол крена, так и в горизонтальной на угол скоса.

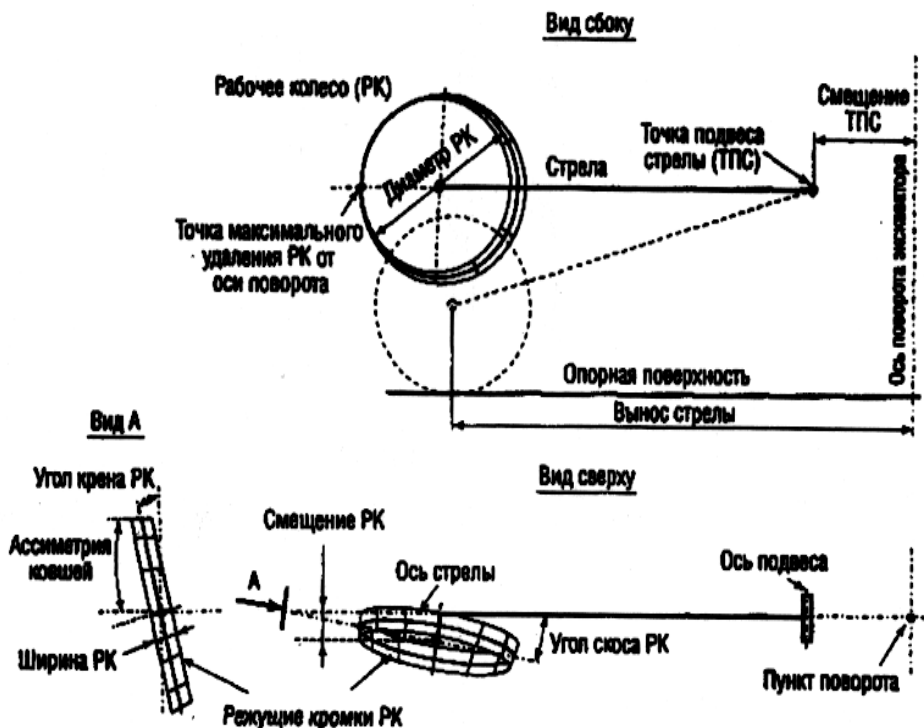


Рис.9 – Основные геометрические параметры роторного экскаватора .

Экскаваторным работам отводится значительная роль в процессе добычи полезных ископаемых открытым способом. В зависимости от принятого типа экскаватора во многом определяется соответствующий вид транспорта и элементы системы разработки, а также производительность машин по всему технологическому процессу.

Одним из основных путей повышения производительности труда и выполнения больших объемов работы на месторождениях с крепкими породами является конвейеризация и внедрения поточной технологии вскрышных и добычных работах. При поточной организации производства и применении конвейерного транспорта роль экскавационной машины возрастает. По этому обеспечение эффективной и надежной работы экскаваторов, совершенствование их конструкции и схем разработки вскрышных и добычных забоев с различной крепостью горных пород приобретают актуальное значение для открытой разработки месторождения.

При разработке месторождений с пластами сложного строения, требующими селективной выемки, роторные экскаваторы являются сейчас практически единственным видом оборудования, непосредственно обеспечивающим необходимый гранулометрический состав экскавируемой горной массы и создающим необходимые предпосылки для широкого внедрения конвейерного транспорта.

Перспектива широкого применения роторных экскаваторов в Узбекистане в частности на разрезе Ангренский, сложных горно-геологических и суровых климатических условиях предъявляет к ним

следующие основные требования: несущие конструкции, механизмы, приводы и системы управления, различного рода вспомогательные устройства и оборудование должны обеспечивать работу экскаватора с гарантированной эксплуатационной надежностью во всем рабочем интервале температур (от +50 до -40 С), а также при повышенной запыленности воздуха;

Параметры роторного экскаватора, машин комплекса и вспомогательного оборудования, а также технологические схемы работы должны обеспечивать максимальное приближение эксплуатационной производительности экскаватора к его теоретической производительности;

Конструкция и параметры рабочего оборудования должны обеспечивать требуемый ГОСТом гранулометрический состав экскавированной массы и необходимую степень селекции пород при разработке забоя;

Конструкции экскаватора, машин комплекса и вспомогательного оборудования должны иметь максимально возможную степень унификации механизмов и узлов и обеспечивать необходимую ремонтпригодность;

Кабины управления роторного экскаватора и место постоянного обслуживания должны отвечать требованиям эргономики, промышленной гигиены и санитарии.

Широкая область применения роторных экскаваторов приводит к значительной вариации основных технологических и кинематических параметров и порождает многообразие конструктивных решений как принципиальной компоновки машин в целом, так и их основных узлов. Поиск конструктивных решений при создании этих уникальных машин далеко не закончен.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8.
ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОЛОТ
ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ БУРОВЫХ СТАНКОВ.

Цель практического задания: обучить студентов анализу новых конструкций долот для карьерных буровых станков.

Ключевые слова: конструкции долот, режущие долота, амортизаторы, процесс бурения, поворачивающиеся диски, шлицевые соединения, тарельчатые пружины, “венец-шарошка”, конструкции вооружения, подшипниковый узел.

В КузГТУ разработаны принципиально новые конструкции режущих буровых долот с подвижными породоразрушающими элементами.

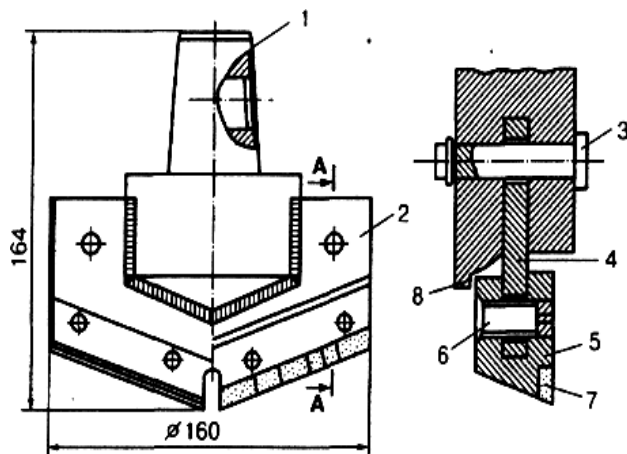


Рис. 10. Режущее буровое долото с амортизатором в виде рессорной пружины

Так, параметры вибрации можно существенно снизить, если использовать амортизаторы, встроенные в долото (рис.10). Оно состоит из хвостовика 1, приваренного к лопасти 2, в которой при помощи роликов 3 установлены рессорные пружины 4. На свободном конце пружин винтами 6 закреплены резцы 5, армированные пластинками 7 твердого сплава ВК-8В. Подвижность резцов обеспечивается наличием пружин 4.

В процессе бурения режущие кромки резцов разрушают породу на забое скважины. Возникающие при этом ударные нагрузки сглаживаются за счет упругой деформации рессорной пружины, ход которой ограничивается выступом 8 на задней стенке лопасти.

Долото позволяет не только увеличить механическую скорость бурения на 20 - 25%, но и снижает на 10 -15% величину пиковых нагрузок. При этом интенсивность износа режущей кромки в 2,5 - 3 раза меньше. Конструкция долота допускает производить замену резцов непосредственно на рабочем месте.

Значительно более сложную конструкцию имеет самонастраивающееся

режущее долото с поворачивающимися режущими дисками (рис. 11) [9].

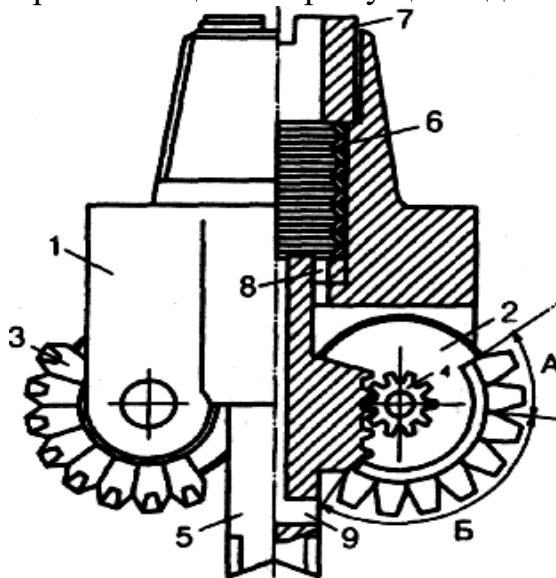


Рис. 11. Буровое долото с поворачивающимися режущими дисками

На корпусе 1 этого долота установлены на осях диски 2 с резцами 3, армированными твердым сплавом. На дисках 2 закреплены шестерни 4, сцепленные с рейками, выполненными на забурнике 5, выбуривающей опережающую скважину. Забурник связан с корпусом 1 посредством шлицевого соединения и опирается своим хвостовиком на тарельчатые пружины 6, сжимаемые при помощи регулировочной гайки 7. Через продувочные каналы 8 и 9, выполненные в хвостовике корпуса и забурнике, подводится сжатый воздух для очистки забоя скважины.

В секторе А дисков 2 установлены резцы 3 с геометрией и армировкой, рассчитанной на бурение относительно крепких пород. При бурении слабых пород забурник 5, выдвинут из корпуса 1 и выбурирует опережающую скважину, а резцы 3 сектора Б разрушают основную часть забоя скважины.

При бурении крепких пород осевое усилие на забурник увеличивается, и он, сжимая тарельчатые пружины, смещается вверх. Это вызовет поворот дисков 2, в результате которого в контакт с забоем вступят резцы сектора А, рассчитанные на работу по крепким породам. С уменьшением крепости буримой породы забурник сместится вниз, вновь развернет диски и введет в работу резцы сектора Б. При бурении пород средней крепости поворот дисков произойдет лишь на небольшой угол, и износостойкие резцы сектора А будут разрушать периферийную часть забоя, а резцы сектора Б - центральную его часть, ослабленную опережающей скважиной.

Если бурение ведется по чередующимся по крепости породам, то резцы секторов А и Б будут работать попеременно, что неизбежно улучшит их охлаждение, а, следовательно, и износостойкость. При этом замена резцов осуществляется автоматически, а настройка долота осуществляется изменением степени сжатия тарельчатых пружин при помощи гайки 7.

Научная новизна, шарошечное долото подшипниковый.

1. Разработаны новые конструкции, повышающие эффективность породоразрушающего бурового инструмента большого диаметра за счет оснащения его более агрессивным центробежно-объемно-армированным вооружением, повышения стойкости опорного подшипникового узла сборных шарошек и улучшения условий промывки путем оснащения универсальным центральным гидромониторным промывочным узлом.

2. Разработаны новые конструкции центробежно-объемно-армированного вооружения породоразрушающего бурового инструмента, повышающие его стойкость в 1,5 раза.

3. Разработаны новые сборные конструкции шарошек, повышающие на 25% стойкость опорного узла бурового инструмента.

4. Разработана новая конструкция универсального центрального гидромониторного промывочного узла, повышающая на 15-20% эффективность работы буровых долот большого диаметра. Конструкция внедрена в 29-ти типоразмерах буровых долот большого диаметра от 393,7 мм до 660,4 мм на ОАО «Сарапульский машзавод».

5. Разработан и создан на ЗАО «Завод экспериментальных машин» комплект оборудования и технологической оснастки для производства центробежно-объемно-армированного вооружения породоразрушающего бурового инструмента на специально созданном опытно-промышленном участке.

Эффективность шарошечного породоразрушающего бурового инструмента определяется в основном работоспособностью трех его основных элементов: вооружения, опоры и промывочного узла.

Рассматривая основные типы вооружения бурового инструмента, можно по конструктивным особенностям разделить их на зубчатое поверхностно-армированное и твердосплавное. В первом случае призматический зуб формируется в процессе фрезерования или литья и далее упрочняется при нанесении на поверхность зуба карбида вольфрама - «релита». Во втором - твердосплавный зубок, выполненный из ВК, запрессовывается в корпус шарошки с гарантированным натягом.

Разница физико-механических характеристик основного материала (стали) и армирующего (твердого сплава), как для зубчатого поверхностно-армированного, так и для твердосплавного вооружения предопределяет его изнашивание. В основном все виды изнашивания вооружения сводятся к усталостному в процессе удара и к абразивному. Износ зубчатого вооружения сопровождается отслаиванием с поверхности зуба армирующего слоя, обнажением незащищенной стальной сердцевины и ее интенсивным износом, что приводит к притуплению зуба. Твердосплавной зубок при эксплуатации скалывается, сламывается или полностью выпадает из шарошки. Это приводит к скоплению на забое твердосплавного материала (скраба) и, как следствие, к снижению показателей бурения.

Приведенные выше рассуждения имеют отношение не только к буровым долотам, но и к подавляющему большинству породоразрушающих буровых инструментов. Это и различные буровые машины, и проходческие породоразрушающие комплексы и породоразрушающие резцы.

Проведенный нами анализ показывает, что существующие конструкции и технологические процессы изготовления вооружения бурового инструмента являются трудоемкими, металло- и станкоемкими. В ряде случаев нерационально использует дефицитный твердый сплав.

Нами разработан метод центробежного армирования вооружения шарошек буровых долот. Сущность метода состоит в совмещении процессов центробежного литья и армирования. В результате получается новая конструкция вооружения с размещением армирующих зерен твердого сплава не на поверхности зуба, а в объеме его рабочей части.

Известна попытка использовать этот метод для армирования зубчатого вооружения цельнолитых шарошек буровых долот и для получения центробежно-армированных зубков. Однако, стабильного качества армирования зубчатого вооружения, особенно у многовенцовых шарошек получено не было, и задача получения равностойких венцов с идентичными показателями качества армирования осталась нерешенной.

Предлагаемая работа рассматривает возможность конструктивного размещения упрочняющего материала в объеме рабочей части вооружения при центробежно-объемном армировании малых объемов на одном уровне для получения равностойких, с требуемыми качественными показателями армирования вооружения, отдельных центробежно-объемно-армированных венцов шарошек породоразрушающего бурового инструмента.

При этом наибольший эффект новой конструкции вооружения достигается для долот больших диаметров выше 393,7мм с вооружением типа «М» и «С». Проведенные нами исследования показали, что применение центробежно-объемно-армированного вооружения с заданными качественными характеристиками требует выполнения шарошек сборными. При этом важно отметить, что в новой сборной конструкции породоразрушающий зубчатый венец крепится на штампованный корпус шарошки. Это значительно повышает стойкость опорного узла в сравнении с серийно выпускаемыми долотами большого диаметра с литыми шарошками для долот типа «М» и «С». Одновременно должно выполняться условие обеспечения достаточной прочности соединения «венец-шарошка».

Наряду с вооружением, другим элементом, определяющим работоспособность породоразрушающего инструмента, является опора или подшипниковый узел. Как известно, по конструкции и технологии изготовления опорные узлы породоразрушающих буровых инструментов делятся на подшипники качения и подшипники скольжения. Подшипники качения с классической схемой «ролик-шарик-ролик» применяются для высокооборотных инструментов, в основном, при турбинном способе бурения, а подшипники скольжения применяются при низкооборотном роторном способе бурения.

Известно также, что при изготовлении буровых долот большого диаметра и особенно типа «М» с максимально развитым вылетом и формой зуба вооружения применяется технология литья шарошек по выплавляемым моделям. В результате центральная часть стационарно отлитой шарошки получает наихудшую структуру металла, обладает несплошностями и негативными включениями. В тоже время именно она является областью опорного подшипникового узла.

Поскольку физико-механические характеристики стационарно литого металла ниже, чем у штампованного на 25-30%, нами были проведены исследования для преодоления этого недостатка. В результате было установлено, что одним из эффективных путей повышения стойкости опорного узла является увеличение износостойкости подшипников за счет повышения физико-механических характеристик их материала путем применения новых сталей в шарошках сборной конструкции.

Проведенный анализ показал, что существующие способы крепления венцов в сборных шарошках либо трудоемки, либо не обеспечивают достаточной прочности крепления венцов. Создание более прогрессивных методов крепления венца на корпус шарошки даст возможность получить эффективный породоразрушающий буровой инструмент с вооружением и опорой повышенной стойкости.

Третьим элементом наряду с вооружением и опорным подшипниковым узлом, активно влияющим на работу шарошечного породоразрушающего бурового инструмента, является его промывочный узел.

Основной проблемой работы долот, особенно типа «М» и «С», является образование на вооружении долота сальника, особенно при бурении глинистых пород. При этом затрудняется внедрение зуба в целик породы, что резко снижает эффективность разрушения забоя и, соответственно, технико-экономические показатели работы долот.

Известно, что эффективность работы гидромониторных долот зависит от конструкции промывочного узла, способного с наименьшими гидравлическими потерями направить струю жидкости непосредственно на поверхность забоя скважины.

Вопросы совершенствования системы промывки особенно актуальны для долот больших размеров, так как при бурении скважин увеличенных диаметров растет объем разбуриваемой породы и усложняется удаления ее с поверхности забоя и вооружения долота.

Эффективность работы промывочного узла напрямую зависит от его надежности. В связи с этим, одним из направлений повышения эффективности работы долот большого диаметра, является разработка новых конструкций центральных гидромониторных промывочных узлов.

Поскольку именно для долот типа «М» и «С» в первую очередь необходимо решать вопрос устранения сальникообразования, разработка более эффективной конструкции универсального центрального гидромониторного промывочного узла именно для этих типоразмеров долот является весьма актуальной задачей.

Таким образом, проведенный анализ существующих конструкций, технологий изготовления и особенностей эксплуатации шарошечного породоразрушающего бурового инструмента большого диаметра позволил найти новые технические решения для вооружения, опоры и промывочного узла, которые при их реализации, как в отдельности, так и в совокупности приводят к повышению основных технико-экономических показателей бурения в целом.

В связи с вышеизложенным для достижения цели, поставленной в работе, необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ конструкторско-технологических особенностей шарошечного породоразрушающего бурового инструмента;
- разработать новую конструкцию центробежно-объемно-армированного вооружения, получаемого методом центробежно-объемного армирования малых объемов на одном уровне;
- для проектирования вооружения новой конструкции определить и исследовать физико-механические характеристики центробежно-объемно-армированного материала;
- разработать новые конструктивные схемы сборных шарошек бурового инструмента с проведением исследований по обеспечению требуемой прочности соединения «венец-шарошка»;
- разработать эффективные конструктивные схемы универсального центрального гидромониторного промывочного узла в ходе исследований процесса промывки забоя и долота, моделируя процесс бурения;
- разработать комплекс оборудования и оснастки для производства новых конструкций центробежно-объемно-армированного бурового инструмента;
- проверить результаты исследований в процессе стендовых и промышленных испытаний и разработать рекомендации для промышленного использования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9.
ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ И АНАЛИЗ РЕЖУЩИЕ-ШАРОШЕЧНОГО И
САМОНАСТРАИВАЮЩЕГОСЯ ШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА.

Цель практического занятия: *обучить студентов анализу режуще-шарошечного и самонастраивающегося шарошечного долота.*

Ключевые слова: *режуще-шарошечные долота, самонастраивающееся долота, шарошечные долота, цикличная нагрузка, режущие органы, коническая резьба, осевое усилие, разрушение породы, комбинированный инструмент, крепость породы.*

На карьерах применяют буровые станки типа СБШ (станок буровой шарошечный), СБР (станок бурения резанием), СБУ (станок буровой ударно-вращательного действия) и комбинированные (СБУШ), рассчитанные на использование шарошечных, режущих, пневмоударных и других буровых инструментов.

Наиболее широко используются две базовые модели отечественных станков шарошечного бурения – СБШ-200 и СБШ-250, которые проходят длительный этап эволюционного развития до сих пор. Станки этих двух групп изготавливаются рядом заводов в различных модификациях и отличаются принципом построения вращательно-подающих механизмов, определяющих их конструктивный облик и технологические возможности.

При оценке эффективности буровых станков для бурения взрывных скважин на карьерах необходимо особое внимание уделять конструктивным особенностям, режимам и условиям эксплуатации шарошечных долот.

Шарошечное долото является многодетальным механизмом, в котором используется принцип свободного вращения нескольких (обычно трех) шарошек на самостоятельных осях (опорах с подшипниками качения). ШД состоит из сваренных между собой секций, на цапфах лап которых вращаются смонтированные шарошки и являются, таким образом, неразборными конструкциями, вследствие чего при выходе из строя одной шарошки или ее опоры бракуется все долото.

Высокая эффективность шарошечного бурения в крепких породах объясняется большой площадью рабочей поверхности шарошечного долота и высокими контактными давлениями зубьев на породу. Эти особенности конструкции обеспечивают значительный ресурс износостойкости шарошечного долота и возможность передавать на забой большие мощности и контактные нагрузки, превосходящие контактную прочность породы. Вместе с тем шарошечное бурение требует больших величин осевых нагрузок, мощности, массы станка и его стоимости.

Основные причины выхода из строя опор – проникновение породной мелочи через зазор между шарошкой и лапой в полость подшипников, что приводит к зашламовыванию опоры, повышенному износу подшипников, снижению стойкости опоры и ее заклиниванию, но главным недостатком шарошечных долот является слабая адаптация конкретной конструкции ШД

к изменению свойств буримых пород, что вынуждает иметь много типов ШД, которые в условиях карьера, в отличие от глубокого бурения (на нефть и газ), заменять в процессе проходки мелкой скважины не целесообразно. При этом при бурении сложноструктурных уступов преимущества шарошечного способа могут теряться. Отсюда необходимость особых подходов к выбору рациональных конструкций ШД для карьеров, включающих использование зубчато-дисковых шарошек, режуще-шарошечных (РШИ) и других различных комбинаций. Однако эти новшества пока не нашли широкого промышленного применения.

При бурении сложноструктурных массивов горных пород, характеризующихся колебанием физико-механических свойств по глубине, часто возникают значительные ударные нагрузки и вибрация, результатом которых является увеличение циклических напряжений во всем буровом органе. При этом 80% случаев отказов приходится на разрушение опор качения шарошек буровых долот. Также в процессе бурения возникают различные осложнения, являющиеся следствием выхода из строя бурового инструмента. При этом наиболее эффективное решение заключается в своевременном регулировании режимных параметров и сглаживании ударных нагрузок.

Проведенный анализ показал, что более легкий станок при формировании ударных нагрузок создает менее жесткую подачу рабочего органа. В результате этого снижается коэффициент ударных нагрузок и ударная реакция. Это может привести к увеличению стойкости долот, что отражено на рис. 12. Так, для бурения сложноструктурных массивов горных пород, в случае отсутствия адаптивных механизмов и адаптивной системы автоматизации бурения, рекомендуется применять более легкие станки.

Кроме того, был проведен анализ проходки отдельных марок шарошечных долот диаметром 215,9 мм, производства заводов Белгородский, Волгабурмаш, Уралбурмаш (рис.13) и диаметром 244,5 мм, производства заводов Белгородский, Волгабурмаш, ГлуБур, Уралбурмаш (рис. 14).

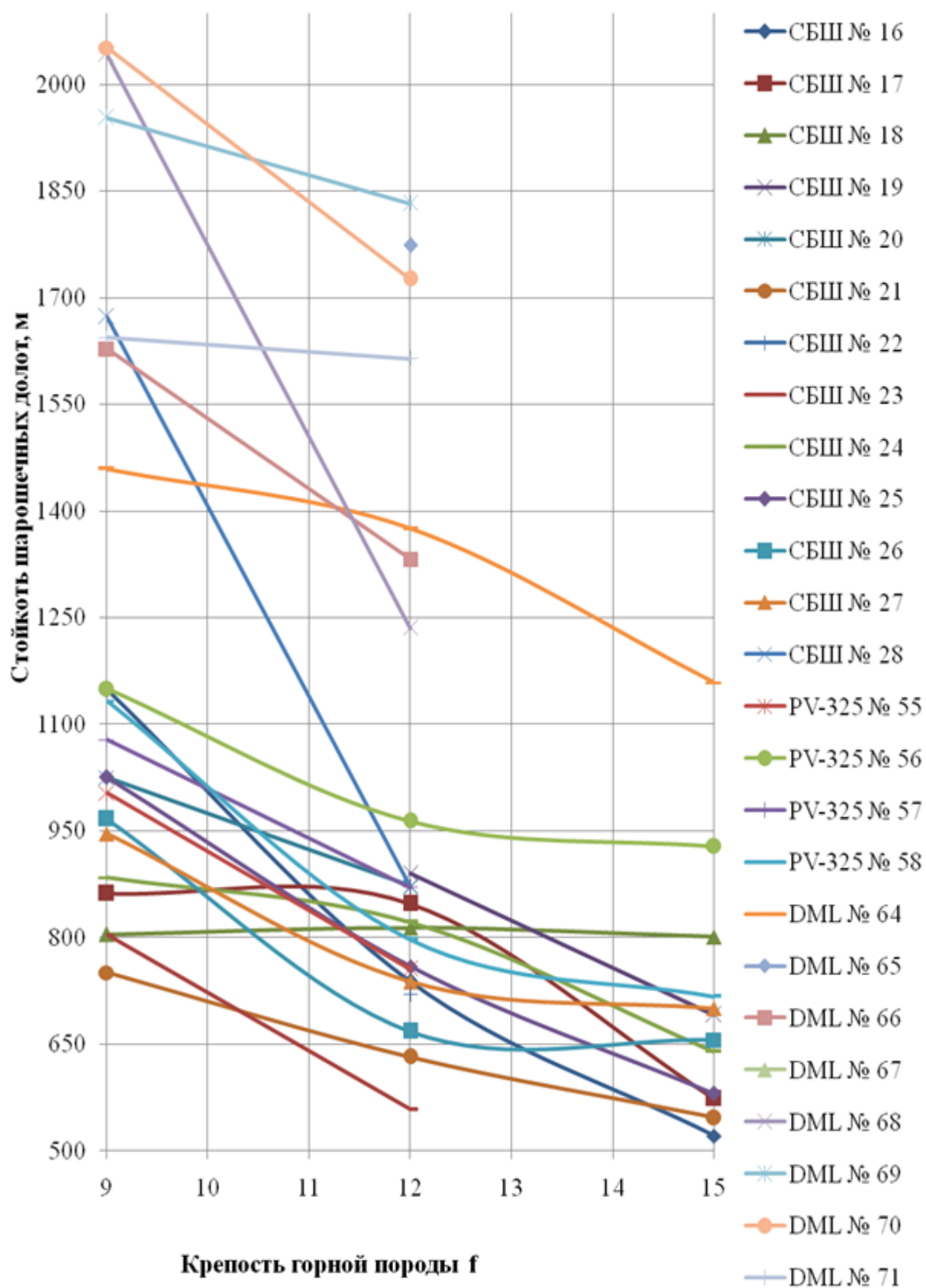


Рис.12. Зависимости проходки шарошечных долот в зависимости от крепости горных пород (по шкале проф. Протоdjаконова) при бурении взрывных скважин отдельными станками

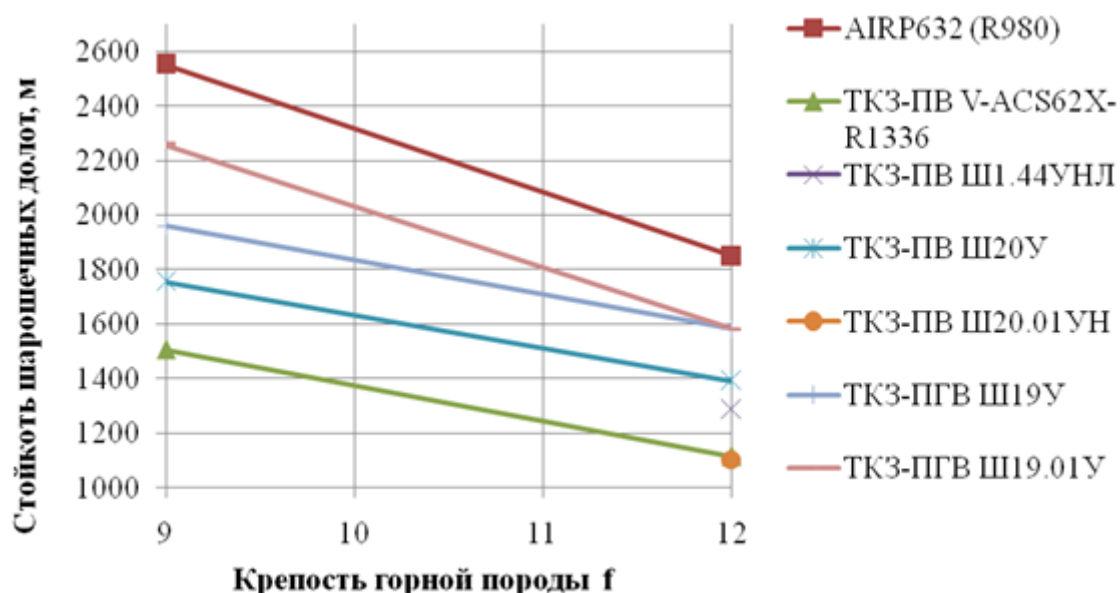


Рис.13. Зависимости проходки шарошечных долот от крепости горных пород (по шкале проф. Протодяконова) при бурении взрывных скважин отдельными типами долот диаметром 215,9 мм

На рис. 13 видно, что при увеличении крепости горных пород стойкость шарошечных долот уменьшается. При этом наибольшую величину проходки имеют долота AIRP632(R980), ТКЗ-ПГВ Ш19.01У, а наименьшую ТКЗ-ПВ V-ACS62X-R1336 и ТКЗ-ПВ Ш20.01УН.

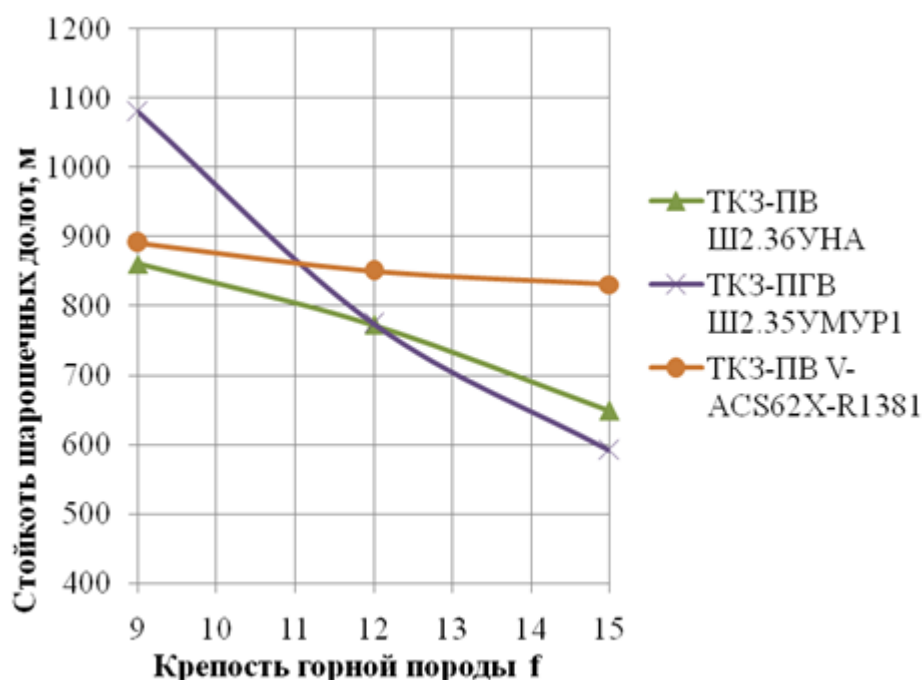


Рис.14. Зависимости проходки шарошечных долот от крепости горных пород (по шкале проф. Протодяконова) при бурении взрывных скважин отдельными типами долот диаметром 244,5 мм

На рис. 14 видно, что наибольшую величину проходки имеют долота ТКЗ-ПГВ V-ACS62X-R1381, а наименьшую ТКЗ-ПГВ Ш2.35УМУР1.

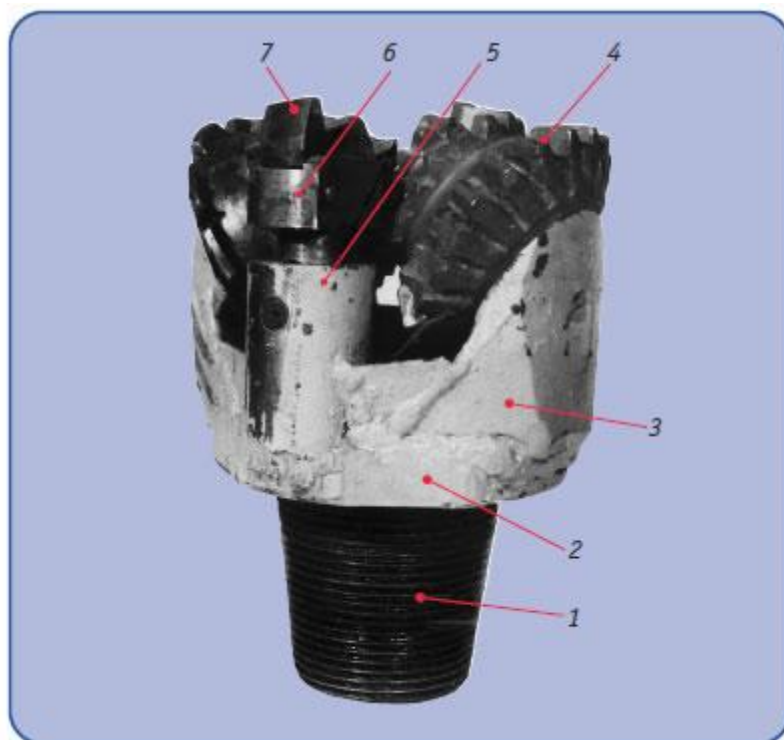
Результаты проведенных исследований и производственных испытаний показывают, что наиболее перспективным видом буровых долот следует считать комбинированные режуще-шарошечные долота (РШД) [1, 2, 3], аналоги которых в зарубежной практике отсутствуют.

При бурении небразивных пород эти долота могут успешно заменить дорогостоящие и дефицитные шарошечные долота.

Конструктивно режуще-шарошечные долота могут выполняться по различным схемам, которые отличаются друг от друга взаимным расположением режущих органов и шарошек на долоте. Наиболее рациональны РШД, имеющие режущие лопасти, расположенные между шарошками. Эти лопасти могут быть неподвижными относительно корпуса и жестко на нем зафиксированными или опираться на упругий элемент, что позволяет им смещаться в осевом направлении. В качестве упругого элемента в большинстве предложенных конструкций используются пружины различных типов. В этом случае режущий элемент, опирающийся на пружину, выполняется как единое целое и содержит две лопасти со сплошными режущими кромками или прерывистыми, образованными съемными резцами.

Однако, с точки зрения эффективности разрушения породы и для повышения износостойкости долота, целесообразно оснащать РШД двумя независимыми режущими элементами.

Такой элемент может быть выполнен как державка, на которой устанавливаются съемные резцы, снабженные хвостовиком, опирающимся на упругий амортизатор. При этом наиболее рационально использовать резиновые амортизаторы, помещаемые в отверстия, в которые входят хвостовики режущих частей долота.



Резиновые амортизаторы, на которые опираются хвостовики, можно выполнить как цилиндры с отверстием в центре, помещенные в металлические стаканы. При одноосном сжатии такой элемент приобретает бочкообразную форму. При этом с момента касания его боковой поверхностью стенок стакана проявляется эффект объемного сжатия, жесткость сжимаемого элемента резко возрастает, и он ограничивает дальнейшее перемещение хвостовика, играя роль буферного устройства.

При циклической нагрузке, имеющей место при бурении, возможен нагрев амортизатора. Кроме того, нагревается и примыкающий к нему корпус долота. Теплообразование ускоряет физико-механические и химические процессы в резиновом амортизаторе и снижает его прочность. Для большинства резин порог температурной устойчивости 80–100°C, поэтому необходимо предусматривать охлаждение стаканов, в которых установлены амортизаторы. Охлаждение собственно долота осуществляется сжатым воздухом, подводимым к забою скважины для очистки от буровой мелочи.

Подвижные режущие органы долота рационально оснащать съемными типовыми резцами РК-8Б или РБ-224.

Резцы по мере износа могут заменяться новыми или перезатачиваться. Это увеличивает срок службы долота и уменьшает расходы на инструмент.

Лапы с шарошками можно использовать от серийных шарошечных долот с вооружением типа С или Т, которые привариваются к корпусу долота. При этом вследствие неточности механической обработки и сборки возможна неточная установка шарошек, в результате чего они будут неравномерно нагружены, поэтому лапы долота должны собираться на кондукторе.

С учетом изложенного, на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ было спроектировано, изготовлено и испытано режуще-шарошечное долото, представленное на рисунке. Оно представляет собой двухшарошечное долото, имеющее корпус 2, выполненный заодно с хвостовиком 1, снабженным стандартной конической резьбой. К корпусу приварены лапы 3 с шарошками 4. В стаканах 5, также приваренных к корпусу, размещены подвижные державки 6, опирающиеся на амортизаторы из резины. На державках, являющихся режущими органами, зафиксированы съемные резцы 7.

При бурении слабых пород долото работает как режущее. С увеличением их крепости амортизаторы сжимаются под действием осевого усилия, и в работу вступают шарошки. Разрушение породы при этом происходит под действием комбинированного воздействия режущего и шарошечного инструмента.

Как показал опыт конструирования и проведенные испытания долот, комбинация в них режущих и шарошечных органов позволяет при бурении скважин по хрупким породам средней крепости ($f=5-6$) на 15–20% снизить энергоемкость процесса разрушения.

Проведенные на предприятиях сравнительные испытания долот [3] показывают, что РШД имеют существенные преимущества перед серийными шарошечными долотами.

Комбинированный буровой инструмент может быть применен на станках вращательного (шарошечного) бурения, выпускаемых промышленностью, и должен найти широкое применение. Однако серийное изготовление комбинированных долот до сих пор не налажено и требует инвестиций на организацию их производства.

Принципиально новой техникой, основанной на новых принципах и не имеющей мировых аналогов, являются комбинированные режуще-шарошечные долота, разработанные КузГТУ и ИрГТУ.

Режуще-шарошечные долота (РШД) имеют как режущие, так и шарошечные породоразрушающие органы (рис. 15).

При этом в большинстве известных конструкций лапы 1 с шарошками 2 неподвижно закреплены на корпусе 3 долота, а режущие лопасти 4, расположенные между шарошками, опираются на упругий элемент 5 в виде стальных пружин (тарельчатых или спиральных), резинового амортизатора или воздушной подушки.

При бурении слабых пород режущий орган (расположенный ниже шарошек) под действием осевого усилия, передаваемого через пружину, внедряется в породу и долото работает, как режущее.

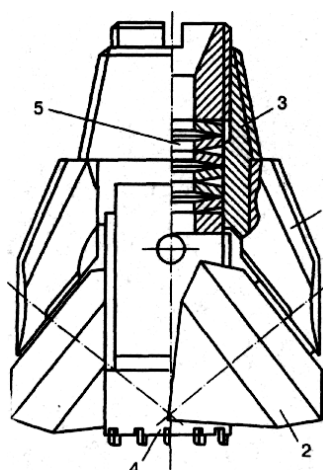


Рис.15. Режуще-шарошечное долото

На крепких породах увеличившееся осевое усилие сжимает пружину, и в контакт с забоем вступают зубья шарошек.

В известных конструкциях шарошечных долот шарошки вращаются вокруг жестко зафиксированных осей (цапф) и не могут перемещаться, что исключает их перенастройку при изменении крепости буримых пород. Исключить этот недостаток и существенно повысить эффективность бурения различных по крепости пород позволяет шарошечное долото, разработанное на той же кафедре горных машин и комплексов КузГТУ (рис. 16).

На корпусе 1 долота установлены лапы 2 с дисковыми шарошками 3. С корпусом при помощи подвижного соединения типа «ласточкин хвост» (сеч. А-А) сопряжены подвижные лапы 4 с зубчатыми шарошками 5.

Между корпусом и подвижными лапами установлены тарельчатые

пружины 6. При бурении слабых пород лапы 4 под действием пружины смещаются вниз и вперед по направлению вращения долота (рис. 16.) относительно оси 1-1 долота на величину $e = 5 - 12$ мм. Поскольку вершины конусов шарошек при этом не совпадают с осью скважины, то шарошки будут перекашиваться по забою с проскальзыванием, что способствует эффективному разрушению слабых пород.

С увеличением крепости породы возрастет сопротивление перекашиванию шарошек, и они, преодолевая сопротивление пружин, будут перемещаться вверх и к центру скважины (в положение, указанное пунктиром на рис. 16, δ), что исключит их проскальзывание и обеспечит эффективное разрушение пород повышенной крепости.

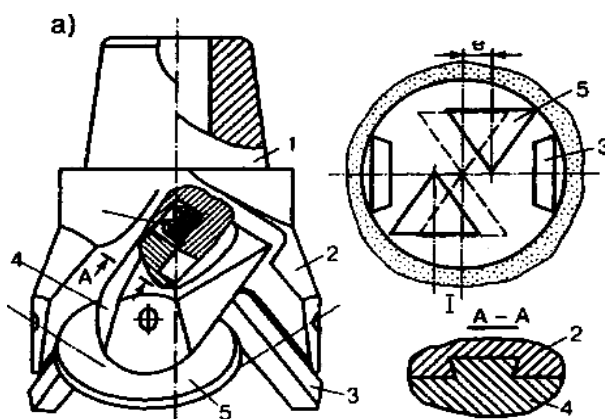
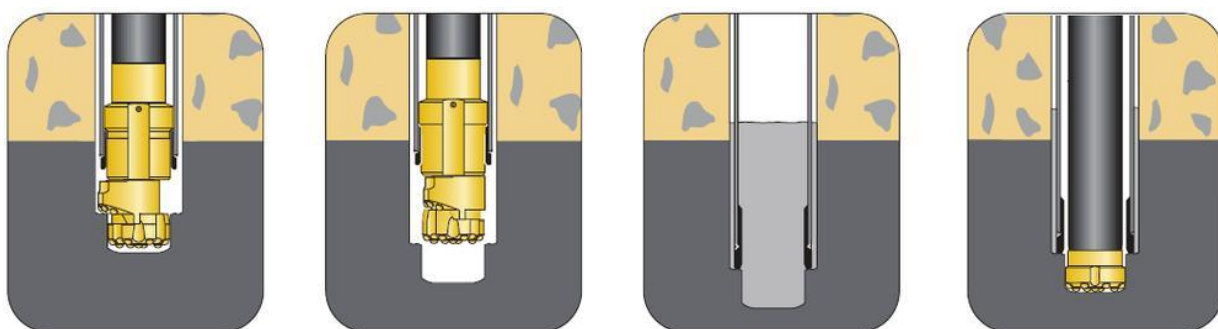


Рис. 16. Самонастраивающееся шарошечное долото

Применение такого самонастраивающегося шарошечного долота позволит увеличить скорость бурения и эффективно бурить как слабые, так и более крепкие породы без замены.



ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10.
ТЕМА: ИЗУЧЕНИЕ ОПРОКИДЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ВАГОНЕТОК И
ОБОРУДОВАНИЯ ИХ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ОБЛАСТЬ И
УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ.

Цель практического занятия: *обучить студентов основным элементам оборудования и опрокидывателей для вагонеток, а также область и условия их применения.*

Ключевые слова: *опрокидыватели, классификация опрокидывателей, круговые опрокидыватели, пуск опрокидывателя, назначение опрокидывателей, вагонетки, толкатель-опрокидыватель, автоматизированный комплекс, работа привода, приводные ролики, опорные*

Назначение и классификация опрокидывателей

Опрокидыватели предназначены для разгрузки вагонеток с глухим (жестко укрепленным на раме) кузовом. Они устанавливаются в околоствольных дворах скиповых или конвейерных подъемов, а также в надшахтных зданиях клетевых подъемов и других местах перегрузки полезного ископаемого с транспортных устройств периодического действия на транспортные устройства непрерывного действия.

Используемые на горных предприятиях опрокидыватели подразделяются по следующим признакам:

- по назначению – для разгрузки одиночных вагонеток и нерасцепляемых составов;
- по направлению опрокидывания – круговые (разгрузка через боковую стенку вагонетки) и лобовые (разгрузка через торцевую стенку вагонетки);
- по величине угла поворота вагонетки при разгрузке – неполноповоротные (реверсивные) и полноповоротные (нереверсивные);
- по режиму работы двигателя привода – с непрерывной работой и периодическим включением двигателя (при каждом цикле разгрузки вагонетки);
- по числу одновременно разгружаемых вагонеток – на одну и несколько вагонеток;
- по принципу действия привода механизма поворота – с фрикционным и цепным приводами;
- по роду привода – с электрическим, гидравлическим или пневматическим приводами.

Выпускаются также опрокидыватели, рассчитанные на пропуск через них локомотивов (для сокращения протяженности выработок в околоствольном дворе и упрощения маневровых операций).

Наибольшее распространение имеют круговые опрокидыватели неполноповоротные с боковой разгрузкой и фрикционным механизмом поворота барабана, а также круговые полноповоротные с боковой разгрузкой и цепным механизмом поворота барабана.

Оба типа опрокидывателей позволяют разгружать нерасцепляемые вагонетки и отличаются большой производительностью.

Опрокидыватели служат для разгрузки вагонеток путем их наклона или поворота в положение, обеспечивающее высыпание груза.

Опрокидыватели классифицируют по следующим признакам:

- 1) по способу разгрузки вагонеток — круговые; боковые со штоковым рабочим органом; боковые с поворотной платформой; лобовые;
- 2) по назначению — для разгрузки одиночных вагонеток; для разгрузки нерасцепленных составов без пропуска электровоза; для разгрузки нерасцепленных составов с пропуском электровоза;
- 3) по характеру работы привода — с непрерывной работой двигателя; с включением и выключением двигателя при каждом цикле;
- 4) по роду привода — электрические; гидравлические; пневматические;
- 5) по числу одновременно разгружаемых вагонеток — для одной и нескольких вагонеток;

Наиболее распространенными являются круговые опрокидыватели, которые позволяют полностью автоматизировать процесс обмена и разгрузки вагонеток.

На рис. 17 показан унифицированный круговой опрокидыватель, предназначенный для опрокидывания вагонеток без расцепки и потому имеющий продольную ось вращения, совпадающую с осью вращающейся сцепки вагонетки. Корпус («барабан») опрокидывателя состоит из двух стальных колец, соединительных ферм и листов и смонтированного внутри барабана отрезка рельсового пути, на котором устанавливается разгружаемая вагонетка. Кольца опираются на две пары роликов, из которых одна пара (при-водная) после пуска электродвигателя вращается постоянно и трением о кольца приводит во вращение корпус, а другая — является поддерживающей. В конце полного оборота корпус слегка приподнимается с приводных роликов и застопоривается «фиксатором», так что приводные ролики вращаются вхолостую. При этом автоматически раскрывается смонтированный в опрокидывателе путевой стопор и при помощи толкателя (или самоката) порожня вагонетка заменяется грузеной.

Последующий пуск опрокидывателя производится при помощи рукоятки выключением фиксатора, благодаря чему кольца снова входят в соприкосновение с приводными роликами, и барабан начинает вращаться.

В некоторых конструкциях опрокидывателей управление башмаком производится дистанционно с помощью электрогидравлического или пневматического привода.

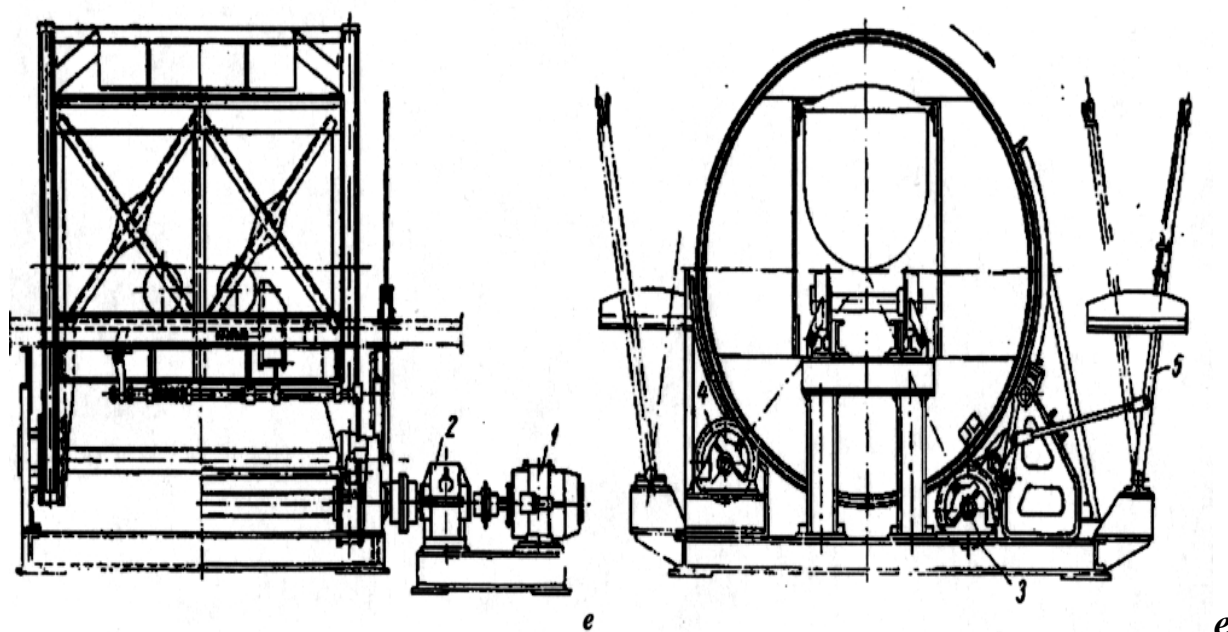


Рис. 17. Круговой опрокидыватель для нерасщепленных вагонеток: 1 – электродвигатель; 2 – редуктор ; 3 – приводные ролики; 4 – опорные ролики ; 5 – рукоятка управления

В механическом комплексе «толкатель-опрокидыватель», толкатель и опрокидыватель электрически заблокированы так, что автоматически срабатывают поочередно. Имеются также схемы полностью автоматизированных комплексов, в которых толкатель и опрокидыватель заблокированы с загрузочным устройством для скипов.

Для работы в автоматизированном комплексе опрокидыватели должны быть оборудованы датчиками, фиксирующими в опрокидывателе: открытое положение стопоров, правильное положение вагонетки, исходное положение барабана опрокидывателя, а также отключение привода фиксирующего механизма барабана.

Опрокидыватели для вагонеток изготавливаются на производительность до четырех опрокидываний в минуту.

Вагон с донным конвейером типа ВК (бункер-вагон) предназначен для приема, аккумуляирования, транспортирования и разгрузки горной массы при проведении горизонтальных горных выработок. Бункер-вагон состоит из кузова, установленного на тележках. В днище кузова встроен двухцепной скребковый конвейер, работающий от пневмоили электродвигателей, подключаемых в местах погрузки и разгрузки. С передней тележкой кузов шарнирно соединен двумя рычагами, а с задней тележной — горизонтальными шарнирами, которые позволяют поднимать и опускать кузов в вертикальной плоскости. С помощью гидроцилиндра, расположенного под днищем кузова, осуществляются подъем передней части кузова и его надвигка на заднюю часть кузова предыдущего вагона, чем

обеспечивается равномерное заполнение горной массой всех вагонов, соединенных в поезд (бункер-поезд, образуемый из отдельных бункер-вагонов).

После загрузки вагоны опускают в транспортное положение, отказывают локомотивом и разгружают горную массу в рудоспуск поочередно из каждого вагона с помощью донного скребкового конвейера.

Преимущества бункер-вагонов — перемещение горной массы донным скребковым конвейером вдоль кузова большой вместимости, разгрузка вагонов без дополнительных механизмов, а также формирование из вагонов бункер-поезда вместимостью, обеспечивающей транспортирование всей горной массы, отбитой в подготовительном забое проводимой горной выработки за буровзрывной цикл.

Институтом ВНИИрудмаш разработаны вагоны проходческие с донным конвейером типа ВПК-7Б и ВПKNЭ-7 на колею 600, 750 и 900 мм. Основным отличием этих вагонов является тип привода донного скребкового конвейера: пневматический — на вагоне ВПК-7Б и электрический — на вагоне ВПKNЭ-7. Параметры вагона: грузоподъемность 23 т; вместимость кузова 7 м³; длина без сцепных устройств 8900 мм; ширина 1350 мм; высота 1500—1650 мм; время разгрузки одного вагона 60—90 с.

Фирма «Хэглунд» (Швеция) выпускает бункер-вагоны со скребковым конвейером, расположенным в кузове наклонно. При этом переднюю часть вагона не приподнимают, а вводят в погрузочную (заднюю) часть предыдущего вагона.

Отечественные бункеры-поезда, состоящие из шарнирно соединенных секций с боковыми стенками и днищем, со скребковым конвейером, смонтированным в днище по всей длине поезда, не получили широкого распространения ввиду заклинивания и всплывания скребковой цепи при работе на закругленных участках и неровностях рельсового пути. Другой тип бункер-поезда, в котором вместо скребкового конвейера использовалась скреперная установка, расположенная на самом бункер-поезде, также не нашел промышленного применения ввиду громоздкости и небольшой эксплуатационной производительности.

Устройство и область применения вагонеток

Вагонетка типа ВГ состоит из кузова, рамы, полускатов, буферов, сцепок и подвагонного упора.

Кузов вагонетки выполняют сварным из стальных листов толщиной 4—8 мм с днищем полукруглой или прямоугольной формы. Для повышения жесткости кузов усиливают ребрами жесткости и наружной обвязкой. С целью увеличения долговечности и коррозионной стойкости кузова вагонеток изготавливают из низколегированных сталей.

Раму вагонетки также выполняют сварной. На ней крепят кузов, оси полускатов, буфера и сцепки.

Оси полускатов в зависимости от вместимости кузова соединены с рамой вагонетки либо жестко, либо с помощью резинометаллических амортизаторов, которые предназначены для снижения динамических нагрузок на ходовую часть при движении вагонетки по неровностям рельсового пути и стрелочным переводам, а также для равномерного распределения нагрузки от всех колес вагонетки на рельсы.

Буфера вагонеток выполняют жесткими литыми или эластичными с пружинными или резиновыми амортизаторами.

В зависимости от назначения вагонетки и вместимости кузова устанавливают звеньевые или автоматические сцепки, которые выполняются невращающимися или вращающимися. Вращающиеся сцепки обеспечивают возможность разгрузки вагонеток в круговых опрокидывателях без расцепки состава. Все сцепки имеют шестикратный запас прочности.

В вагонетках с кузовом небольшой вместимости применяют звеньевые сцепки. Соединение вагонеток осуществляется вручную набрасыванием звена одной сцепки на крюк второй сцепки. В вагонетках с кузовом большой вместимости применяют автоматические вращающиеся сцепки, обеспечивающие соединение вагонеток автоматически при их соударении.

Наиболее совершенными конструкциями являются модернизированные институтом ВНИПИрудмаш вагонетки с глухим кузовом типа ВГ4,5А, ВГ9А, ВГ10А и с откидным бортом

ВБ4А, которые предназначены для транспортирования горной массы плотностью в насыпке до 3 т/м³. В этих вагонетках применены унифицированные полускаты (рис. 18 а), состоящие из двух колес 1, посаженных на ось 2 с помощью роликоподшипников. Уплотнение подшипников с внутренней стороны осуществляется лабиринтным кольцом 3, а с наружной стороны — крышкой 4.

В большегрузных вагонетках типа ВГ9А кузов опирается на двухосные ходовые тележки (рис. 18 б) с помощью приваренных к днищу сферических опор 5. Тележка состоит из балки 6, шарнирно соединенных с ней боковин 7, полускатов 1 и резинометаллических амортизаторов 8. Благодаря такой конструкции ходовых тележек улучшаются условия прохождения вагонеток на неровностях и криволинейных участках рельсового пути.

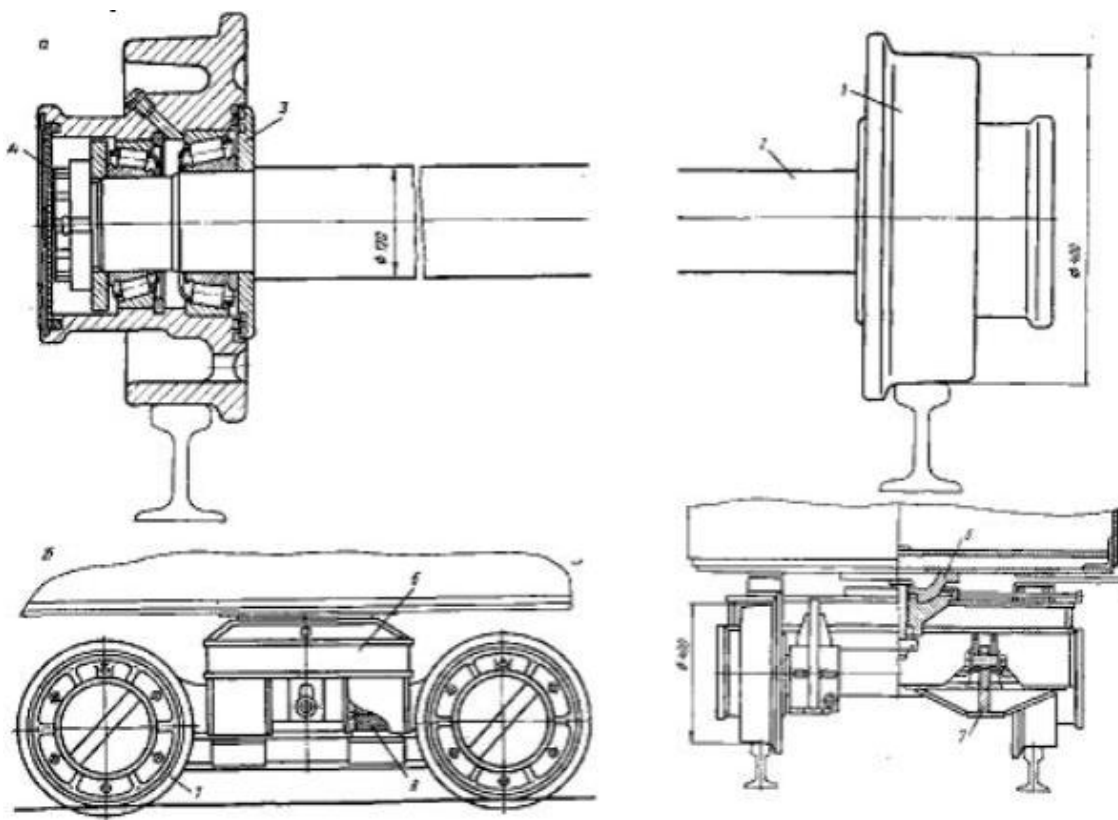


Рис. 18. Унифицированные полускатки рудничных вагонеток (а) и двухосная ходовая тележка вагонетки ВГ9А (б)

Вагонетки ВГ4.5А и ВГ9А оснащены автоматической или вращающейся звеньевой сцепкой.

Автоматическая вращающаяся сцепка (рис. 19, а) состоит из корпуса 1 в сборе, амортизатора 2 и фиксирующего устройства 3. В пустотелый корпус сцепки встроен замковый механизм. Амортизатор сцепки включает в себя две пружины: наружную, воспринимающую ударно-тяговые усилия, и внутреннюю, обеспечивающую центрирование корпуса автосцепки в осевом направлении.

Фиксирующее устройство 4 состоит из двух кулачковых полумуфт, одна из которых поворачивается вокруг тяги, а другая — скользит по ней. Полумуфты под воздействием центрирующей внутренней пружины находятся постоянно в зацеплении и удерживают корпус автосцепки в фиксируемом осевом положении.

Сцепление вагонеток, оборудованных автосцепкой, происходит автоматически при их соударении, а рассоединение — при нажатии на рычаг механизма расцепления одной из сцепок. Разгрузка вагонеток, оборудованных вращающимися сцепками, осуществляется в круговых опрокидывателях без расцепки состава.

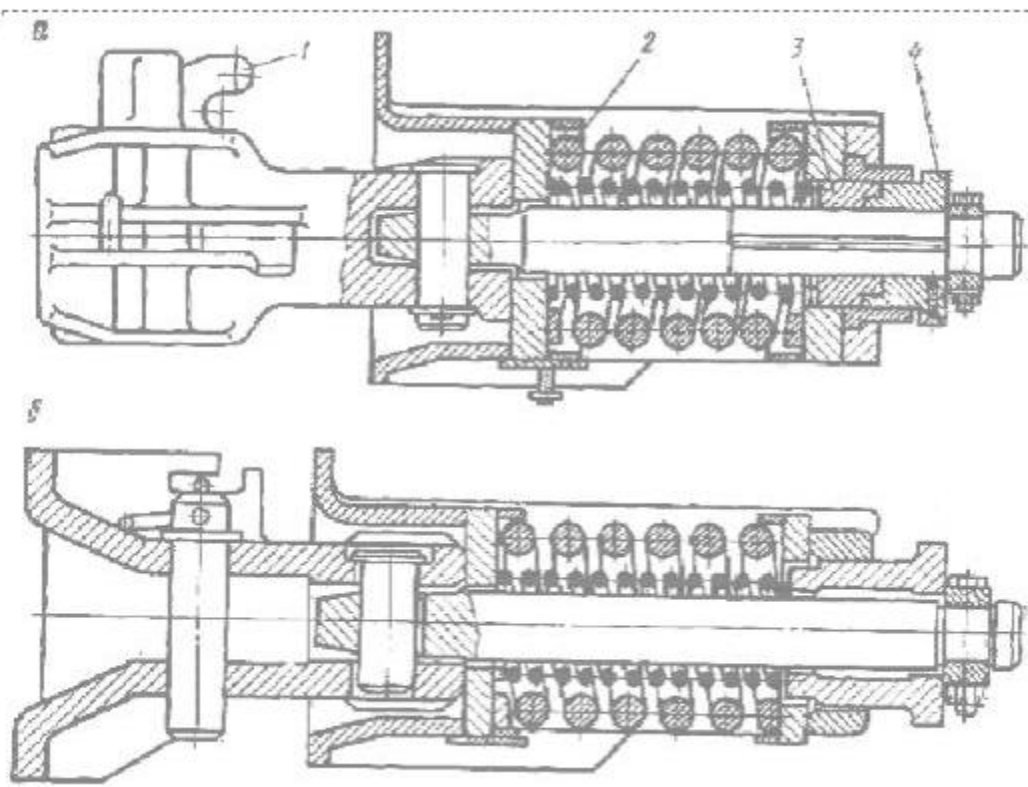


Рис. 19. Сцепки вагонеток:

а — автоматическая вращающаяся;

б — звеньевая вращающаяся

Звеньевая вращающаяся сцепка (рис. 19, **б**) аналогична по конструкции автосцепке. Основные параметры вагонеток (см. табл.1): вместимость кузова (указывается в метрах кубических после буквенного обозначения типа вагонетки); собственная масса; грузоподъемность; коэффициент тары (отношение собственной массы к грузоподъемности); удельное сопротивление движению; габариты; ширина колеи и жесткая база (расстояние между осями колес полускатов).

Тип и параметры вагонеток для конкретных рудных шахт выбирают на основании технико-экономических расчетов с учетом стоимости содержания вагонного парка, погрузочно-разгрузочных комплексов и других затрат. Критерий оптимальности — минимум приведенных затрат.

При выборе вместимости кузова вагонетки учитывают длину откатки и производительность рудника или горизонта (табл.2). Кроме того, тип и вместимость кузова вагонеток для транспортирования насыпных грузов следует выбирать также с учетом сопрягаемого горно-шахтного оборудования (клетей, опрокидывателей, стопоры, толкатели и др.).

Таблица 1.

Технические характеристики грузовых вагонеток									
Тип и типоразмер	Высота кузова, мм	Грузоподъемность, т	Ширина кузова, мм	Длина кузова, мм	Высота кузова, мм	Высота боковины, мм	Высота борта, мм	Длина кузова, мм	Ширина кузова, мм
С глухим кузовом:									
ВГ0,7	0,7	1,8	600	1250	850	1220	500	300	550
ВГ1,2	1,2	2,5	600; 750	1850	1000	1300	600	350	807
ВГ2,0	2	5	750; 900	3070	1250	1200	1000	400	1510
ВГ2,2	2,2	5,5	600; 750	2950	1200	1300			1450
ВГ4,5А__	4,5	13,5	750; 900	4100	1350	1550	1250		4200
ВГ9А	9	27		8000					8900
ВГ10А	10	30		7300	1800	1600	4000		9500
С откидным бортом:									
ВБ1,6	1,68	5	600; 750	2950	1300	1300	1000	400	2030
ВБ4,0А	4	12	750	4740	1350	1550	1250		4700
С глухим опрокидным кузовом:									
ВО-0,4	0,4	1	600	1300	870	1250	400	300	490
ВО-0,8	0,8	2	600; 750	1900	1000		600	350	650

Таблица 2.

Вместимость кузова рудничной вагонетки, м ³						
Длина откатки, км	Годовая производительность рудника или горизонт, тыс. т					
	100	200	400	600	1000	≥ 2000
0,3	0,7	1,2	1,2	—	—	—
0,5			2,2	4,5	—	9—10
1	2,2					
2			1,2		4,5	
3	—	—	—	—	9—10	
5	—	—	—			

ЛИТЕРАТУРА:

1. Шаходжаев Л.Ш. Специальные конструкции машин и оборудования горного производства .Учебное пособие Ташкент: ТГТУ , 2006.
2. Стыковка резинотросовых лент STOMILBELCHATOVS.A// Горная промышленность. 2001.№ 6.
3. Катанов Б.А.Съемные породоразрушающие элементы режущих буровых долот //Горные машин и автоматика . -2002. -№ 3. С 12-15.
4. Макеев А.Ю. Гравитационный транспорт на карьерах // Горный журнал. 2004. № 2.
5. Семенов Г.М. Комбинированный транспорт глубоких карьеров на основе контейнерных подъемников // Горный журнал. 2004.№1.

**Навоийский горно – металлургический
комбинат
Навоийский государственный горный
институт**

Горный факультет

ГЛОССАРИЙ

**по дисциплине:
“СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ
ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА”**

Глоссарий

Напор – давление H или h создаваемое турбомашинной. Единицами измерения давления приняты высоты столбов жидкости (воды, ртути, спирта и т.д.) или атмосферы: физическая и техническая.

Ползун применяют в кривошипно-шатунных механизмах компрессоров двойного действия. Со штоком поршня он соединен наглухо, а с шатуном подвижно при помощи пальца.

Насосная установка в шахте необходима для откачки воды на поверхность. Различают участковую водоотливную установку для откачки воды с участка (или группы участков) до уровня околотвального двора шахты и главную водоотливную установку для выдачи воды с уровня околотвального двора на поверхность.

Пневматическая установка необходима для получения сжатого воздуха, используемого на шахте для работы отбойных и бурильных молотков, пневматических двигателей, лебедок, участковых насосов и т. д.

Поршни одноступенчатых компрессоров простого действия делают полого, в виде стакана, во внутренней части которого устанавливают палец шатуна, закрепленный в отверстиях стенки поршня. В компрессорах двойного действия применяют дисковые поршни. Для лучшего уплотнения поршня в цилиндре применяют пружинящие кольца из серого чугуна, помещаемые в выточках по окружности поршня.

Компрессорная станция работает три смены, работы по углю ведут в две смены, шахта работает на непрерывной рабочей неделе.

Технический объект – любой предмет, подлежащий расчету, анализу, испытанию и исследованию в процессе его проектирования, изготовления, применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования в целях обеспечения эффективности его функционального назначения (далее объект - изделие машиностроения: оборудование; агрегат; машина; узел; деталь).

Оборудование - собирательный термин, включающий все виды технологических агрегатов, машин, механизмов и других объектов с относящимися к ним металлоконструкциями (трубопроводами, футеровкой и т.п.), участвующих в процессе производства путем выполнения тех или иных технологических функций.

Агрегат - совокупность ряда машин, механизмов, устройств и сооружений, связанных единым технологическим процессом и предназначенных для совместной эффективной работы.

Машина - комплекс механизмов, предназначенных для выполнения полезной работы, связанной с процессом производства или транспортирования, либо преобразования энергии.

Механизм - система кинематически взаимоувязанных узлов и деталей, предназначенных для преобразования вида движения или для передачи мощности.

Узел - разъемное или неразъемное соединение нескольких деталей.

Узел ремонтный - соединение нескольких деталей, которое может быть выполнено независимо от других сопрягаемых частей механизма, а также снято или установлено в собранном виде как одно целое.

Деталь - изделие, изготовленное как одно целое и разделение которого на части невозможно без повреждения при этом самого изделия.

Запасная часть - составная часть изделия, предназначенная для замены находившейся в эксплуатации такой же части с целью поддержания или восстановления исправности или работоспособности изделия.

Выемочный (очистной) комбайн представляет собой машину, которая посредством резания отделяет уголь от массива и грузит его на забойный конвейер (на пологих и наклонных пластах).

Очистной комбайн, работая в комплексе с механизированной (индивидуальной) крепью и конвейером в соответствии с состоянием кровли и почвы извлекает пласт определенной мощности.

Струговые установки - горные машины для выемки и навалки пластов пологого и наклонного (до 35°) падения лавами с подвиганием по простиранию, падению или восстанию состоят из одних и тех же узлов и элементов, но отличаются расположением цепного тягового органа относительно конвейера струговой установки, типом опор самого струга - на конвейер или почву пласта и некоторыми особенностями этих элементов.

Бурильными машинами и установками называют- горные машины, предназначенные для бурения шпуров.

Буровыми станками называются горные машины предназначенные для бурения скважин.

Буровой инструмент в виде цельного бура или состоящий из буровой штанги и резца или буровой коронки, армированных твердым сплавом применяется для бурения шпуров

Выемочно-транспортирующая машина(бульдозер,скрепер,грейдер и др.)- горная машина производящий выемку горной породы и перемещение его перед рабочим органом или в нём на определённое расстояние волочением.

Проходческие и проходческо-добычные комбайны и комплексы –горные машины предназначенные для проведения горных выработок по породам с коэффициентом крепости f до 8 ед. и добыче сланцев, калийных солей, марганцевых руд короткостолбовыми системами.

Конвейер, транспортер - машина непрерывного действия для перемещения сыпучих, кусковых или штучных грузов.

Ленточные конвейеры обеспечивают транспортировку грузов на значительное расстояние движущейся по роlikоопорам специальной лентой, являющейся одновременно грузонесущим и тяговым органом

Погрузка породы механизирована с помощью погрузочных, погрузочно-транспортных, погрузочно-доставочных машин и скреперных комплексов

**Навоийский горно – металлургический
комбинат**

**Навоийский государственный горный
институт**

Горный факультет

ПРИЛОЖЕНИЯ

по дисциплине

**«СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

Ro'yxatga olindi

№ MD5 A310705

2015 yil « 16 » 07



Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining

2015 yil « 1 » 08 dagi

« 303 » - sonli buyrug'i bilan
tasdiqlangan

KON MASHINA VA QURILMALARINING MAXSUS
KONSTRUKTSIYALARI

fanining

O'QUV DASTURI

Bilim sohasi:	300 000	- Ishlab chiqarish texnik soha
Ta'lim sohasi:	310 000	- Muhandislik ishi
Mutaxassi slik:	5A310705	- Konchilik mashinalari va jihozlari

Toshkent – 2015

Fanning o'quv dasturi Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi yo'nalishlari bo'yicha o'quv - uslubiy birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengashning 2015 yil «16» 07 dagi «4» - son majlis bayoni bilan ma'qullangan.

Fanning o'quv dasturi Toshkent davlat texnika universitetida ishlab chiqildi.

Tuzuvchilar:

- Shoxo'jaev L. Sh. - Toshkent davlat texnika universiteti "Konchilik elektr mexanikasi" kafedrasida dotsenti, t.f.n.
- Egamberdiev I. P. - Navoiy davlat konchilik instituti "Texnologik mashinalar va jihozlarni avtomatlashtirish" kafedrasida mudiri, t.f.n., dotsent

Taqrizchilar:

- Prokopenko A. S. - «O'ZGEORANGMETLITI» DUK bosh mutaxassisi
- Toshev J. B. - Toshkent davlat texnika universiteti «Konchilik elektr mexanikasi» kafedrasida mudiri, t.f.n., dotsent

Fanning o'quv dasturi Toshkent Davlat texnika universiteti Ilmiy - uslubiy kengashida ko'rib chiqilgan va tavsiya qilingan (2015 y. 16.02 dagi «6» - sonli bayonnoma)

Кириш

Ушбу дастур кончиликда ишлатиладиган Кон машина ва курилмаларнинг махсус конструкциялари ўқув фанини ўзлаштиришда амалга ошириладиган масалалар доирасида магистрант кон корхоналарида ишлатиладиган кон машина ва курилмаларларни ишлатиш жараенида уларга қўйиладиган талаблардан асосийси уларни ишончлилиги доимо етарли даражада бўлишини ҳамда махсус конструкцияларни тўғри хисоблаш ва зарурият бўлганда уларни ишлаб чиқариш шароитида яшашни ва таъмирлаш ишларини ташкил этишни ўргатади.

Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари.

Фаннинг ўқилишидан мақсад – талабаларда кончилик корхоналарида қўлланиладиган кон машина ва курилмаларини махсус конструкцияларини ўрганиш ва уларни муайян шаройитга мос ҳолда мутахассислик бўйча билим, кўникма ва малака шакиллантиришдир.

Фаннинг вазифаси - талабаларга кон машина ва курилмаларни махсус конструкцияларини бўйича кончиликда ишлатиладиган турли электромеханик ускуналарни махсус курилмаларни ишлаш принципларини ва уларни ишдан чиқиш сабабларини маълум кон - геологик шароитлари учун уларни назарий жихатдан асослаш ва ўрганишдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникмава малакасига қўйиладиган талаблар

Кон машина ва курилмаларни махсус конструкциялари

ўқув фанини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида магистр:

- кончилик корхоналарида ишлатиладиган кон машина ва махсус конструкцияларини ишлаш жараенида уларни ишлаши ва ишдан чиқиш сабабларини аниқлаш ҳамда ва керакли эҳтиёт қисмларни олдиндан режалаштиришни ташкил этишни *билиши керак*.

- талаба ер ости ва очик кон ишларида қўлланиладиган махсус конструкцияларни аниқ кон - техник шароитлар учун техник ва иқтисодий асосланган ҳолда тўғри аниқлаш уларни оптимал кўрсаткичлари ва иш режимларини ўрганиш; бошқа кон машиналари билан биргаликда ишлатиш; кон корхонасида қўлланиладиган таъмирлаш тизимини ўрганиш *кўникмаларига эга бўлиши керак*.

- талаба ишлаб чиқарилаётган ва ишлатилаётган кон машинала ва курилмаларни эксплуатация даврида ишга мойиллигини техник ва иқтисодий таҳлил қилиш *малакаларига эга бўлиши керак*.

Фаннинг ўқув режадаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жихатдан узвий кетма – кетлиги

Кон электромеханик ускуналарини ишончилиги фани асосий ихтисослик фани асосий ихтисослик фанидан бири ҳисобланиб, 3 семестрларда ўқитилади. Дастурни амалга ошириш ўқув режасидаги Транспорт машиналари назарияси.ҳисобивалоийҳалаш. Конмашиналарининазарияси,ҳисобивалоийҳалаш. Турғунмашиналариназарияси ҳисоби ва лойихалаш фанлари ва бошқа электромеханик фанлар билан узвий боғлиқ ва улар асосида бажарилади.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Кончилик корхоналарида ишлатиладиган кон машина ва қурилмаларнинг махсус конструкциялари ҳар бир корхонада ишлатилади. Уларни тўғри танлаш ва зарурият бўлганда ишлаб чиқариш шароитида ясашни ташкил қилинади.

Шунинг учун буфанга алоҳида талаблар қўйилади. Кончилик корхоналарида қазиб олинаётган фойдали қазилмалар таннархи харажатларини тахминан 10-15 фоизини ташкил этади. Шунинг учун ушбу фан ихтисослик фани ҳисобланиб, ишлаб чиқариш технологик тизимининг ажралмас бўғинидир.

Фанни ўқитишда янги инфор­мацион – педагогик технологиялар

Талабаларнинг кон машина ва қурилмаларнинг махсус конструкциялари фанини ўзлаштиришлари учун ўқитишнинг илғор ва замонавий усуллари­дан фойдаланиш, янги инфор­мацион-педагогик технологияларни тадбиқ қилиш муҳим аҳамиятга эгадир. Фанни ўзлаштиришда дарслик, ўқув ва услубий қўлланмалар, маъруза матнлари, тарқатма материаллар, электрон материаллар, виртуал стендлар ҳамда ишчи ҳолатдаги машиналарнинг ишлаб чиқаришдаги намуналари ва макетлари­дан фойдаланилади. Маъруза ва амалий дарсларида мос равишдаги илғор педагогик технологиялардан фойдаланилади.

Асосий қисм

Кон ишлаб чиқариш машина ва қурилмалари

Кончилик корхоналари машина ва қурилма-ларининг тарихи ва ривожланиш тенденциялари, уларни ишлатиш соҳасидаги республикамиздаги ижтимоий-иқтисодий ислохотлар натижалари, ҳудудий муаммолар ва илм-фан, техника ва технология ютуқлари.

Кончилик корхоналарида ишлатиладиган намунавий машина ва қурилмалари обзори, уларни махсус конструкцияларининг фарқланиш хусусиятлари.

Тасмали конвейерларнинг тасмалари, роликлари ва юритмаларининг намунавий конструкциялари обзори. Конвейер тасмаларининг янги конструкциялари. «Стомил Бехатов» ва «РТИ-Каучук» тасмалари. Конвейер

тасмаларини улашнинг такомиллаштирилган усуллари. Конвейер роликларининг янги такомиллаштирилган конструкциялари.

Тасмали конвейер юритмаларининг махсус турлари. Уларнинг конструкциялари, қўлланиш шароитлари, афзалликлари ва камчиликлари. Тасмали конвейер юритмаларининг махсус турлари назарияси ва уларни ҳисоблаш.

Тасмали конвейерларнинг махсус турлари: катта қияликда қўлланиладиган конвейерлар; тасма-сим арқонли конвейерлар; битта ва иккита тортиш занжирли тасма-занжир конвейерлар; бўйлама ўқи букилувчи тасма-занжир конвейер; тасма-занжир конвейернинг «Hestermann» конструкцияси.

Уларнинг умумий конструкцияси, асосий элементлари, ишлаш принципи. Ишлатилиш соҳаси ва шароитлари. Асосий параметрлари ва техник - иқтисодий кўрсаткичлари. Тасма - сим арқонли конвейер юритмасининг конструктив жиҳатлари. Тасма - сим арқонли конвейерда дифференциал редуктор қўллаш асосида сим арқонларнинг ҳаракат тезлиги бир хил бўлишлигини таъминлаш.

Очиқ кон ишлари машина ва қурилмалари

Чуқур карьерлардан юкни ташиб чиқариш транспорт воситаларининг махсус конструкциялари: сиқма тасмали катта қиялик конвейерлари; катта узунликдаги конвейерлар; карьер автомобил кўтаргичлари; карьер конвейер кўтаргичлари; тоғтепалигидаги карьерлардан юк ташишда гравитация кучидан фойдаланиш услубидаги воситалар.

Уларнинг умумий конструкцияси, асосий элементлари ва ишлаш принциплари; афзалликлари ва камчиликлар. Асосий параметрлари ва техник - иқтисодий кўрсаткичлари. Қўллаш имкониятлари. Ҳисоблаш.

Ротор мажмуасининг жиҳозланиши. KRUPP фирмасининг роторли экскаваторлари. Асосий боғламлари, уларнинг хизмати ва конструктив жиҳатлари. Қўллашнинг махсус шароитлари. Уларни ўрнатиш технологик схемалари. Техник-иқтисодий кўрсаткичлари. «Ўзбекқўмир» ОАЖга қарашли «Ангрен» президи ThyssenKRUPPFordertechnik фирмасининг ротор мажмуасини қўллаш хусусиятлари. Карьер бурғилаш қурилмалари долотларининг янги такомиллаштирилган конструкциялари. Уларни ишлаб чиқаришда қўлланилаётганларидан принципиал фарқи ва афзалликлари. Навоий КМК Мурунгов карьериди цикли-узлуксиз технологияни ва унга мос янги машина ва жиҳозларни қўллаш.

Ер ости конлари машина ва қурилмалари

Емирилишга чидамли ва янги конвейер ва шина ҳимоялаш занжирлари. Уларнинг материали, звеноларининг шакли, конструкцияси. Техник-иқтисодий кўрсаткичлари, синаш натижалари.

Кўмир шахталари учун юқори унумдорли кончилик техникаси; механизациялашган мажмуалар, лаҳим ўтувчи ва кўмирқазувчи комбайнлар, куракли конвейерлар ва б.қ

Уларнинг конструктив жиҳатлари, техник тавсифлари, техник-иқтисодий кўрсаткичлари, қўлланиш соҳалари ва шароитлари.

Эксплуатацион тавсифлари яхшиланган ер ости электровозлари. Улар учун махсус ишлаб чиқилган тортув юритгичлари, уларнинг ишчи тавсифлари. Контактли ва аккумуляторли электровозлар элементларининг янги конструкциялари, синаш натижалари. Ер ости темир йўл транспортининг махсус жихозлари: вагончаларни бўшатишда қўлланиладиган жихозлар - вагонча ағдаргичлари ва ён томонга бўшатиш жихозлари; итаргичлар, вагон ости занжирлар, баландлик компенсаторлари, уларнинг конструкцияси, асосий элементлари, ишлаш принципи, ишлатилиш соҳалари ва шароитларини ҳисоблаш.

Кон корхоналари машина ва қурилмаларининг махсус конструкциялари бўйича янги ахборотлар ва уларнинг таҳлили.

Амалий машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Амалий машғулотларда талабалар турли ностандарт кончилик машина ва жихозларининг конструктив жиҳатларини, уларни ҳисоблашни ва таҳлил қилишни, ҳамда параметрларини оптималлаштиришни ўрганадилар.

Амалий машғулотларнинг тавсия этиладиган мавзулари.

1. Конвейер ленталарини улашнинг мукаммал усуллари..
2. Конвейер юритмалари махсус турларининг тортиш кучларини ҳисоблаш, ўзаро солиштириш ва таҳлил қилиш
3. Карьер автомобиль кутаргичи тизими схемасини ўрганиш.
4. Карьер контейнерли кутаргичини асосий элементлари ва ишлаш технологик схемасини ўрганиш..
5. Тоғли карьерларда юкларни ташиш учун гравитация кучларидан фойдаланиш.
6. Дунёдаги бир қанча катта конвейерларни асосий технологик кўрсаткичларини ўрганиш ва таҳлил қилиш.
7. Конларнинг роторли комплексига кирувчи қурилма ва ускуналарни ўрганиш.
8. Карьер бурғулаш ускуналари учун жинс майдаловчи инструментларни янги конструкцияларини ўрганиш ва таҳлил қилиш.
9. Кесувчи шарошкали ва узини уткирловчи шарошкали жинс майдаловчи инструментларни ўрганиш ва таҳлил қилиш.
10. Вагонетка механизмларини ва янги турдаги механизациялашган мажмуаларни конструктив ва технологик параметрларини ўрганиш ва таҳлил қилиш.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда талабалар асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва қўникмаларини амалий масалалар, ечиш орқали янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида талабалар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни чоп этиш орқали талабалар билимини ошириш, масалалар ечиш, мавзулар бўйича кўргазмали қуруллар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Талаба мустақил ишни тайёрлашда муайян фаннинг хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиш тавсия этилади:

- дарслик ва ўқув қўлланмалар бўйича фанлар боблари ва мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи тизимлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича фанлар бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- янги техникаларни, аппаратураларни, жараёнлар ва технологияларни ўрганиш;
- талабанинг ўқув-илмий-тадқиқот ишларини бажариш билан боғлиқ бўлган фанлар бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш;
- фаол ва муаммоли ўқитиш услубидан фойдаланиладиган ўқув машғулоти;
- масофавий (дистанцион) таълим.

Тавсия этилаётган мустақил ишларнинг мавзулари:

1. Кончилик корхоналари машина ва қурилмаларининг тарихи ва ривожланиш тенденциялари.
2. Кончилик корхоналари машина ва қурилмаларини лойиҳалаш ва чиқаришнинг замонавий йўналишлари.
3. Конвейер тасмаларининг янги конструкциялари ва уларни улашнинг такомиллаштирилган усуллари.
4. Чуқур карьерлардан катта қияликда юк ташиб чиқариш қурилмаларининг таснифи.
5. Ротор мажмуасининг технологик схемалари.
6. Ўзбекистон кончилик саноатида янги технологик жиҳозларни ўйлаш.

Дастурнинг информацион-услубий таъминоти

Мазкур фанни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик ва ахборот-коммуникация технологиялари ўқилгани назарда тутилган.

- Кон машина ва қурилмаларни махсус конструкциялари бўлимига тегишли маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологияларидан;

- Кон машина ва қурилмаларни махсус конструкциялари фанида ўқилган амалий машғулотларда Темир йўл транспорти махсус жиҳозлари тузилиши, ишлаш принципи ва шароитларини мавзусида аслий ҳужум, гуруҳли фикрлаш педагогик технологияларидан фойдаланилади;

Фойдаланиладиган асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар рўйхати

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Шаходжаев Л.Ш. Специальные конструкции машин и оборудования горного производства. Учебное пособие. Ташкент: ТГТУ, 2006.
2. Клорикьян В.В. и др. Машины и оборудование для шахт и рудников. М.: Изд. МГТУ, 2000.

Қўшимча

1. Махсуслашган кончилик журналлари.
2. WWWtpu.ru – сайт Томского политехнического университета.
3. [www/mining-journal.com](http://www.mining-journal.com).
4. <http://www//uralrti.ru>.
5. [www. Ziyo](http://www.Ziyo.Net). Net.
6. www.bilim.uz.

**Министерство высшего среднего специального образования
Республики Узбекистан
Навоийский горно-металлургический комбинат
Навоийский государственный горный институт**

Горный факультет

Кафедра “Горная электромеханика”

Регистрирован
№ _____

«_____» _____ 2019 г.

“УТВЕРЖДАЮ”
Проректор по учебной работе
_____ Н.Абдуазизов

«_____» _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**По курсу: СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИН И
ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

для студентов направления образования магистратуры:
5А310705 - Горные машины и оборудование

Область знаний	300 000	–	Производственно-техническая сфера
Область образования	310 000	–	Инженерное дело
Направление образования	5А310705	–	Горные машины и оборудование

Семестр	3
Общее количество часов	130
Из них:	
Лекция	36
Практические занятия	36
Самостоятельная работа	58

НАВОИЙ-2019

Составитель:

Джураев Р.У.

доцент кафедры «Горная электромеханика».

Рабочая программа разработана в соответствии с типовой программой дисциплины «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства», утвержденной приказом Министерства Высшего и среднеспециального образования Республики Узбекистан № 4 от «16» июля 2017 г.

Рабочая учебная программа обсуждена и одобрена на заседание кафедры «Горной электромеханики» от «___». _____. 2019 года. (Протокол № 1)

Заведующий кафедрой

Махмудов А.М

Рабочая учебная программа обсуждена и одобрена на Совете горного факультета “_____”. _____. 2019 года (Протокол № 1).

Декан факультета

Мислибоев И.Т.

Начальник учебно-методического отдела

Каримов И.А.

ВВЕДЕНИЕ

Студенты магистратуры специальности 5А310705 - «Горные машины и оборудование», в период обучения в бакалавриате изучают ряд дисциплин специализации и там они знакомятся с конструкциями типовых машин и оборудования, основами их теории и расчета, областями и условиями применения этих машин.

Курс «Специальные конструкции горных машин и оборудования» предусматривает изучение специальных, нестандартных и новых машин и оборудования, усовершенствованных узлов и оборудования стандартных многосерийных машин и, поэтому, стандартного учебника по данному курсу, рассчитанного для пользования студентами в течение многих лет, быть не может.

Малодоступность импортного оборудования из-за его высокой стоимости заставило многие государства с развитой горнодобывающей промышленностью ускоренными темпами развивать свои собственные разработки по всему комплексу машин и оборудования применительно к условиям своего горного производства, наладить производство этих машин в своей стране за счет создания нового или серьезной модернизации существующего производства под выпуск конкурентоспособной горной техники.

Стремление каждого государства развивать свое производство горных машин породило большое разнообразие создаваемой горной техники одного функционального назначения не только по конструктивно - компоновочным решениям, но и по технико - экономическим, эксплуатационным и другим параметрам. Стали появляться принципиально новые конструктивные решения, например, по созданию средств транспортировки горной массы из глубоких карьеров, и многое другое

Поэтому составление комплекса по курсу «Специальные конструкции горных машин и оборудования» сопровождается поиском, просмотром и

отбором материалов из многих разных источников, в основном, из специализированных журналов, сборников научных трудов, статей и докладов и другой периодической литературы, ИНТЕРНЕТА.

Обращено внимание на технологичность, перспективность новых решений, технико-экономические показатели.

Дисциплина связана с курсами: «Основы горного машиностроения», «Электротехнические и конструкционные материалы», «Гидравлика и гидромашины», «Теория машин и механизмов», «Детали машин», «Основы горного дела», «Буровзрывные работы» «Теоретические основы электротехники» и является основой для изучения других дисциплин направления.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

ГОРНО ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ МАШИНЫ И УСТАНОВКИ (16 часов).

История и тенденции развития машин и установок горной промышленности, научные и региональные проблемы, достижение техники и технологии, результаты социально-экономических изысканий по эксплуатации машин и установок горной промышленности.

Обзор типовых машин и установок применяемых на горных предприятиях, свойства различия их специальных конструкции (4-часа).

Обзор типовых конструкции лент, роликов и привода ленточных конвейеров. Новые конструкции ленточных конвейеров. Ленты «СтомилБехатов» и «РТИ-Каучук». Совершенствованные методы стыковки ленточных конвейеров. Новые совершенствованные конструкции конвейерных роликов. Совершенные методы стыковки конвейеров, их конструкции, условие применения, преимущества и недостатки (4 часа).

Специальные модернизированные виды приводов ленточных конвейеров (4 часов).

Специальные типы ленточных конвейеров:

Крутонаклонные конвейеры; ленточно-проволочные конвейеры; одно- и двух натяжные цепные конвейеры; конструкция «Hestermann» ленточно цепных конвейеров (4 часа).

Общие конструкции, основные элементы, принцип работы, условия эксплуатации и техника-экономические показатели конвейеров.

МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ (16 часов).

Специальные конструкции транспортных средств перевозящих грузов из глубоких карьеров: крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой; далеко протяженные конвейеры; карьерные автомобильные подъёмники; средства использования сил гравитации при перевозке грузов из карьеров. Их общая

конструкция, основные элементы и принцип работы, преимущества и недостатки (8-часов).

Оборудование роторных комплексов. Роторные экскаваторы фирмы KRUPP. Основные соединения, принцип работы и конструктивные свойства, специальные условия применения, технологические схемы установки, техника-экономические показатели. Особенности применения роторных комплексов фирмы ThyssenKRUPPFordertechnik на Ангренском разрезе. Новые улучшенные конструкции долот карьерных буровых установок, их принципиальные различия и преимущества от применяемых. Циклично-поточные технологии и применение к нему подходящих машин и оборудования на Навоийском ГМК (8-часов).

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ (4 часов).

Устойчивые к износу новые цепи для защиты шин, их материалы, формы звеньев, конструкции, результаты испытаний и технико-экономические показатели.

Высокопроизводительная техника для угольных шахт, механизированные комплексы, проходческие комбайны, скрубковые конвейеры и др. Подземные электровозы с улучшенными эксплуатационными характеристиками, приводы специально произведенные для них и их характеристики.

Специальное оборудование подземных железных дорог: оборудование применяемое при опрокидывании вагонеток, толкатели, подвагонные цепи, высотные компенсаторы и их конструкции, основные элементы, принципы работы и условия применения (4-часов).

ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ (36 часов).

1. Машины и оборудование горного производства. Новые конвейерные ленты (4 часа).
2. Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент (2 часа).

3. Конвейерные ролики новых улучшенных конструкций (4 часа).
4. Специальные типы приводов ленточных конвейеров и их теория (4 часа).
5. Машины и оборудование для открытых разработок. Специальные конструкции транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров. Крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой. (4 часа).
6. Автомобильные карьерные подъемники (4 часа).
7. Карьерный контейнерный подъемник (4 часа).
8. Роторные экскаваторы фирмы KRUPP (2 часа).
9. Новые конструкции долот для карьерных буровых станков (4 часа).
10. Машины и оборудование для подземных разработок (4 часа).

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (36 часов).

На практических занятиях студенты будут изучать конструктивные особенности, методику расчёта и способы анализа нестандартных машин и оборудования горных предприятий.

1. Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент (2 часа).
2. Расчет специального типа привода ленточного конвейера с прижимным роликом и её анализ (2 часа).
3. Изучение схемы системы подъема автомобильного карьерного подъемника (4 часа).
4. Изучение основных элементов и технологической схемы работы карьерного контейнерного подъемника (4 часа).
5. Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров (изучение и анализ механического оборудования) (4 часа).
6. Изучение и анализ основных технических характеристик некоторых крупнейших в мире ленточных конвейеров (4 часа).

7. Изучение устройства и оборудования, входящие в состав роторного комплекса разреза (4 часа).

8. Изучение и анализ новых конструкций долот для карьерных буровых станков (4 часа).

9. Изучение и анализ режущо-шарошечного и самонастраивающегося шарошечного долот (4 часа).

10. Изучение опрокидывателя для вагонеток и оборудования их основных элементов, область и условия применения (4 часа).

ТЕМЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ (58 часов).

1. Новые цепи конвейерных лент.
2. Усовершенствованные конструкции новых конвейерных роликов.
3. Основные технические параметры некоторых длинных конвейеров.
4. Геометрия разработки полезных ископаемых способом горизонтальной террасе.
5. Новые модернизированные конструкции долот карьерных буровых установок.
6. Новые горные машины и оборудование Навоийского ГМК.
7. Новые защищенные от износа шины конвейеров.
8. Технические характеристики подземных электровозов марки КН 10 и АРПН14.
9. Параметры толкателей подземных вагонеток.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ
знаний студентов на основании рейтинговой системы по предмету
«Специальные конструкции машин и оборудования горного
производства»

Данные критерии оценивания разработанны в соответствии с приказом № 333 от 25 августа 2010 года министерства высшего и среднеспециального образования Республики Узбекистан.

Данные критерии оценивания по дисциплине «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства» предназначены для студентов направления образования магистратуры: 5А310705 - Горные машины и оборудование.

Введение

Основным направлением национальной программы подготовки кадров является повышение качества образования. В высших учебных заведениях знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценивание знаний студентов по рейтинговой системе позволяет студентам постоянно работать по повышению приобретенных знаний, а также является поощрением для развития творческой деятельности в процессе обучения.

Данные критерии оценивания по дисциплине «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства» рекомендуются для широкого использования при оценивании знаний студентов и дают полные сведения студентам по количеству баллах, которые они могут получить во время текущего, промежуточного и итогового контроля.

Студенты на первом занятии знакомятся с критериями оценивания, видами контроля, с максимальным балом за каждый контроль, а также с проходными балами.

1. Виды контроля и порядок оценивания

В соответствии с учебным планом направления образования магистратуры: 5А310705 - Горные машины и оборудование. «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства» проходится в втором курсе на 3 семестре. С целью соответствия степени знаний и усвоения государственному образовательному стандарту предусматриваются следующие виды контроля:

текущий контроль – метод определения полученных знаний по дисциплине «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства» во время практических занятий. Оценивание осуществляется путем проверки решений задач по вариантам каждой практической работы, а также опросу по теме;

промежуточный контроль – метод определения степени знаний по пройденным темам. Промежуточный контроль проводится два раза в течение семестра, форма и балл определяется в соответствии с отведенным объёмом часов по учебному плану;

итоговый контроль – метод определения полученных теоретических знаний и практических навыков. Итоговый контроль основан на основных понятиях и проводится в письменном виде.

Студенты оцениваются по 100 бальной шкале в течение каждого семестра по предметам. 70 баллов отводятся для промежуточного и текущего контроля, 30 баллов – на итоговый контроль.

Таблица рейтинга.

Для направления образования магистратуры: 5А310705 - Горные машины и оборудование. (3-семестр).

	п/п	
	Курс	
	Семестр	
	Количество недель	
	Общее количество часов (рейтинговый балл)	
	Лекция	
	Практические занятия	
	Лабораторные занятия	
	Часы для самостоятельной аботы	
	Аб-аудиторный балл Сб-балл за самостоятельную работу	
	Итого часов в %	Виды контроля
	ТК	
	ТК – 1	
	ТК – 2	
	ПК	
	ПК – 1	
	ПК – 2	
	ΣТК+ПК	
	Пррходной балл	
	ИК	
	Форма проведения ИК	
	Показатель усвоения	
	Для дисциплины с курсовым проектом	

3 –семестр

3. «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства»

3.1. Рейтинговая разработка

П.п	Вид контроля	Кол во	Балл и кол во	Итого баллов
1. ТК общий балл 35				
1.1.	Практические занятия	10	10*3=30	35
1.2.	Самостоятельная работа	1	1*5=5	
2. ПК общий балл 35				
2.1.	Первая промежуточная работа (3 вопроса)	1	3*5=15	35
2.2.	Вторая промежуточная работа (3 вопроса)	1	3*5=15	
2.3.	Самостоятельная работа	1	1*5=5	
ΣТК+ПК				70
3. ИК				
3.1.	Итоговая контрольная работа	1	10x3=30	30

Итого	100
--------------	------------

3.2 Критерии оценивания по текущему контролю

3.2.1 Практические работы оцениваются в 3 – 2,6 балла, за участие на занятии, выполнение практической работы и за ответы на вопросы в полном объеме. Если студент качественно выполнил практическую работу, то в зависимости от ответов на вопросы ставится 2,6 – 2,1 балла. Если студент отвечает на вопросы не в полном объеме, то в зависимости от выполнения практической работы ставится 2,1 – 1,7 балла.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (36 часа).

1. Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент.
2. Расчет специального типа привода ленточного конвейера с прижимным роликом и её анализ.
3. Изучение схемы системы подъема автомобильного карьерного подъемника.
4. Изучение основных элементов и технологической схемы работы карьерного контейнерного подъемника.
5. Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров (изучение и анализ механического оборудования).
6. Изучение и анализ основных технических характеристик некоторых крупнейших в мире ленточных конвейеров.
7. Изучение устройства и оборудования, входящие в состав роторного комплекса разреза.
8. Изучение и анализ новых конструкций долот для карьерных буровых станков.
9. Изучение и анализ режуще-шарошечного и самонастраивающегося шарошечного долот.

10. Изучение опрокидывателя для вагонеток и оборудования их основные элементы, область и условия применения.

3.2.3. Промежуточный контроль проводится в письменной форме, в нем требуется ответить на три поставленных вопроса. Каждый вопрос оценивается до 5,0 баллов:

- если суть вопроса полностью раскрыта, ответы правильные и точные, а также присутствует творческое мышление, то ставится в сумме 4,3-5балла;
- при ответе на вопрос в общем виде, но при неполном обобщении сути вопроса – ставится в сумме 3,7 – 4,3балла;
- при попытке ответить правильно на вопрос, но обнаружении некоторых неясностей – ставится в сумме 3,7– 2,8 балла.

Контрольные вопросы по дисциплине «Специальные конструкции машин и оборудования горного производства».

Станки шарошечного бурения - (шарошка, вращатель, подача, мачта, механизм перемещения, механизм очистки и пылеподавления, привод, гидросистема, диаметр, штанга, глубина бурения).

Конструктивные схемы одноковшовых экскаваторов - (конструктивная схема, механизмы подъема и напора, механизмы перемещения и поворота, канаты, седловой подшипник, лопата прямая и обратная, гидравлический экскаватор, драглайн).

Исполнительные механизмы буровых станков - (ударные, поворотные, вибрационные механизмы, буровой став, штанга, свинчивание, подвод воздуха, подъем става).

Рабочее оборудование навесных рыхлителей - (рыхлитель, рама, буфер, угол наклона стойки, зуб, подвеска, траншея, ширина и глубина траншеи).

Гидромониторы и землесосные снаряды - (гидроразмыв, гидромонитор, земснаряд, землесос, трубопровод, гидроотвал, порядок размыва).

Механическая лопата и драглайн - (выемка, погрузка, усилие копания, экскавация, цикл экскавации, драглайн).

Основные узлы и элементы одноковшовых экскаваторов - (ковш, стрела, рукоять, поворотная платформа, надстройка, ходовое оборудование, рабочие механизмы).

Физико-механические свойства горных пород, влияющих на работу машин и механизмов - (свойства, механика, прочность, твердость, крепость, некондиция, коэффициент разрыхления).

Бурильные машины и станки на ОГР - (способы бурения, коронка, шарошка, долота, вращательно-подающий механизм, способ очистки, основные узлы, рабочие механизмы).

Общие сведения о горно-добычных машинах ОГР - (открытая разработка, система, процесс, технология, выемка, бурение, погрузка, отвалообразование, буровой станок, экскаватор, бульдозер).

Основные параметры и показатели буровых станков ОГР.

Многоковшовые экскаваторы и условия их применения - (ротатор, цепно-черпаковый рабочий орган, радиальное, продольное и поперечное копание, рабочие механизмы).

Инструмент для буровых машин - (долота, коронка, шарошка, штанга, инструмент шарошечного, ударного, вращательного, термического бурения).

Выбор и компоновка оборудования комплексов ОГР – (конвейер, бурильная машина, экскаватор, транспорт, отвалообразователь, связи между оборудованием, схема работы машин, выбор машин).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шаходжаев Л.Ш. Специальные конструкции машин и оборудования горного производства. Учебное пособие. Ташкент: ТГТУ, 2006.
2. Клорикьян В.В. и др. Машины и оборудование для шахт и рудников. М.: Изд. МГТУ, 2000.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Специализированные горные журналы.

Электронные ресурсы

1. www.ziyonet.uz – образовательный портал.
2. www.E-library.ru – научная электронная библиотека
4. www.rsl.ru – Российская государственная библиотека.
5. www.twirpx.com – электронная библиотека.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН И ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА
 (лекционные, практические занятия, графические занятия, графические работы)
 по дисциплине **Специальные конструкции машин и оборудования горного производства**
 Факультет *Горный группа*
 Лекции читает *Джураев Р.У.*
 Консультации и практические занятия ведет *Джураев Р.У.*
 Семестр *3* Курс *2*
 Экзаменатор _____ Группа _____

№	Виды занятий	Наименование темы и ее краткое содержание	Отв-дено часов	Отметка о выполн.		Подпись преподавателя
				Число и месяц	Кол-во часов	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Лекция	Машины и оборудование горного производства. Новые конвейерные ленты	4			
2.	Лекция	Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент	2			
3.	Лекция	Конвейерные ролики новых улучшенных конструкций	4			
4.	Лекция	Специальные типы приводов ленточных конвейеров и их теория	4			
5.	Лекция	Машины и оборудование для открытых разработок. Специальные конструкции транспортных средств для подъема груза из глубоких карьеров Крутонаклонные конвейеры с прижимной лентой	4			
6.	Лекция	Автомобильные карьерные подъемники	4			
7.	Лекция	Карьерный контейнерный подъемник	4			
8.	Лекция	Роторные экскаваторы фирмы KRUPP	2			
9.	Лекция	Новые конструкции долот для карьерных буровых станков	4			
10	Лекция	Машины и оборудование для подземных разработок	4			
		Всего	36			

Преподаватель _____
 (подпись)
Зав. кафедрой _____
 (подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН И ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО МАТЕРИАЛА

(лекционные, практические занятия, графические занятия, графические работы)

по дисциплине **Специальные конструкции машин и оборудования горного производства**Факультет *Горный группа*Лекции читает *Джураев Р.У.*Консультации и практические занятия ведет *Джураев Р.У.*Семестр *3* Курс *2*

Экзаменатор _____ Группа _____

№	Виды занятий	Наименование темы и ее краткое содержание	Отв-дено часов	Отметка о выполн.		Подпись преподавателя
				Число и месяц	Кол-во часов	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Прак работ	Усовершенствованные методы стыковки конвейерных лент	2			
2.	Прак работ	Теория специального типа привода ленточного конвейера с прижимным роликом и её анализ	2			
3.	Прак работ	Изучение схемы системы подъема автомобильного карьерного подъемника	4			
4.	Прак работ	Изучение основных элементов и технологической схемы работы карьерного контейнерного подъемника	4			
5.	Прак работ	Использование сил гравитации для транспортирования груза из нагорных карьеров (изучение и анализ механического оборудования)	4			
6.	Прак работ	Изучение и анализ основных технических характеристик некоторых крупнейших в мире ленточных конвейеров	4			
7.	Прак работ	Изучение устройства и оборудования, входящие в состав роторного комплекса разреза «Ангренский»	4			
8.	Прак работ	Изучение и анализ новых конструкций долот для карьерных буровых станков	4			
9.	Прак работ	Изучение и анализ режуще-шарошечного и самонастраивающегося шарошечного долот	4			
10	Прак работ	Изучение опрокидывателя для вагонеток и оборудования их основные элементы, область и условия применения	4			
		Жами	36			

Преподаватель _____

(подпись)

Зав. кафедрой _____

Навоийский горно-металлургический комбинат
Навоийский государственный горный институт
Горный факультет
Кафедра «Горная электромеханика»

Контрольные вопросы по дисциплине **Специальные конструкции машин и оборудования горного производства.**

Станки шарошечного бурения - (шарошка, вращатель, подача, мачта, механизм перемещения, механизм очистки и пылеподавления, привод, гидросистема, диаметр, штанга, глубина бурения).

Конструктивные схемы одноковшовых экскаваторов - (конструктивная схема, механизмы подъема и напора, механизмы перемещения и поворота, канаты, седловой подшипник, лопата прямая и обратная, гидравлический экскаватор, драглайн).

Исполнительные механизмы буровых станков - (ударные, поворотные, вибрационные механизмы, буровой став, штанга, свинчивание, подвод воздуха, подъем става).

Рабочее оборудование навесных рыхлителей - (рыхлитель, рама, буфер, угол наклона стойки, зуб, подвеска, траншея, ширина и глубина траншеи).

Гидромониторы и землесосные снаряды - (гидроразмыв, гидромонитор, земснаряд, землесос, трубопровод, гидроотвал, порядок размыва).

Механическая лопата и драглайн - (выемка, погрузка, усилие копания, экскавация, цикл экскавации, драглайн).

Основные узлы и элементы одноковшовых экскаваторов - (ковш, стрела, рукоять, поворотная платформа, надстройка, ходовое оборудование, рабочие механизмы).

Физико-механические свойства горных пород, влияющих на работу машин и механизмов - (свойства, механика, прочность, твердость, крепость, некондиция, коэффициент разрыхления,).

Бурильные машины и станки на ОГР - (способы бурения, коронка, шарошка, долота, вращательно-подающий механизм, способ очистки, основные узлы, рабочие механизмы).

Общие сведения о горно-добычных машинах ОГР - (открытая разработка, система, процесс, технология, выемка, бурение, погрузка, отвалообразование, буровой станок, экскаватор, бульдозер).

Основные параметры и показатели буровых станков ОГР

Многоковшовые экскаваторы и условия их применения - (ротор, цепно-черпаковый рабочий орган, радиальное, продольное и поперечное копание, рабочие механизмы).

Инструмент для буровых машин - (долота, коронка, шарошка, штанга, инструмент шарошечного, ударного, вращательного, термического бурения).

Выбор и компоновка оборудования комплексов ОГР – (конвейер, бурильная машина, экскаватор, транспорт, отвалообразователь, связи между оборудованями, схема работы машин, выбор машин).

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Клорикьян С.Х. и др. Машины и оборудование для шахт и рудников: Справочник.- М.:// Горная . – 2002. – 471с.
2. Машины и оборудование для угольных шахт. Справочник. Под ред. Клорикьяна С.Х. и Хорина В.Н. - М: Недра,1974.325 с..
3. Расчет шахтного конвейерного транспорта. Методическая разработка // Л.Ш.Шаходжаев. Ташкент: ТашПИ, 1986.-52 с.
4. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки. - М.: Недра,1976.- 432с.
5. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г. Расчет ленточных конвейеров для шахт и карьеров-М: Машино- строение,
6. Баду Г.Б. Новая шинозащитная цепь фирмы PEWAG // Горная промышленность. – 2001.- № 6.
7. Евневич А.В. Горные транспортные машины М. Госгортехиздат, 1963.
8. Использование наклонных подъемников для транспорти-рования крупнокусковой горной массы на глубоких карьерах Заполярья / Ю.В. Демидов, Н.К. Трубецкой и др. // Горный журнал. - 1998. - № 7.
9. Картавый А.Н. Перспективы применения крутонаклонных конвейеров с прижимной лентой при ЦПТ // Горный журнал. - 2003. - № 6.
10. Катанов Б.А. Съёмные породоразрушающие элементы режущих буровых долот // Горные машины и автоматика. - 2002. - №3. – с .12-15.
11. Катанов Б.А. Самонастраивающиеся буровые долота // Горные машины и автоматика.- 2001.- № 4. - с. 12 - 14.
12. Катанов Б.А. Буровые долота с подвижными породоразрушающими элементами // Уголь – 2003. - № 10.
13. Компактные роторные экскаваторы фирмы KRUPP// Горная промышленность. - 1999. - № 1.
14. Конвейерные резинотканевые ленты STOMILBELCHATOWS.A. // Горная промышленность. – 2001. - № 4.
15. Кулешов А.А., Тарасов Ю.Д. Автомобильный карьерный подъемник с автономным приводом // Горный журнал. - 2001. - № 1.
16. Лаптев А.Г. Интенсификация и концентрация производства – ключ к повышению объемов добычи угля // Уголь. – 2002. - № 2.
17. Лебедев М.И, Ямалутдинов Р.Г., Григорьев Ю.И. Глюкауф на русском языке, 1998. Спецвыпуск (4), с. 53 - 54.

18. Лебедев М.И., Григорьев Ю.И., Сафонов И.А. Новые типы резинотканевых конвейерных лент ОАО «РТИ-КАУЧУК» для добывающих и перерабатывающих предприятий горной промышленности. // Горная промышленность. - 1999. - № 6.
19. Листопад Г.Г. Наклонные подъемники карьерного автотранспорта // Горная промышленность. - 2001. - № 2.
20. Макеев А.Ю. Гравитационный транспорт на карьерах // Горный журнал. – 2004. - № 2.
21. Пат. Р.Ф № 2136567. Конвейерная лента. Баташова А.С., Звонецкий Ю.В., Лебедев М.И., Малахов В.И., Ямалутдинов Р.Г. Б.И. № 25 от 10.09.99.