

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Филиал Белорусского национального технического университета,
г. Солигорск
Кафедра «Технологии и оборудование разработки месторождений полезных
ископаемых»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
_____ Я.Л. Городецкий
« ____ » _____

СОГЛАСОВАНО
Директор филиала БНТУ,
г. Солигорск
_____ С.Н. Речиц
« ____ » _____

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»

для направления специальности 1-36 10 01-02 «Горные машины и
оборудование (подземные разработки)»

Автор:

А.П. Дворник, к.т.н., доцент кафедры «Технологии и оборудование разработки
месторождений полезных ископаемых» филиала БНТУ, г. Солигорск.

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета филиала БНТУ, г. Солигорск « ____ » _____,
протокол № ____

г. Минск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	4
I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	6
РАЗДЕЛ I ВВЕДЕНИЕ	6
1.1 Краткая история развития машин и комплексов для горных работ	6
1.2 Общая классификация горных машин	9
1.3 Общая структура современных горных машин	14
1.4 Основные свойства горных пород.....	15
РАЗДЕЛ II ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОРНЫМ МАШИНАМ И ОБОРУДОВАНИЮ.....	17
2.1 Влияние условий эксплуатации на выбор параметров горного оборудования.....	17
2.2 Способы разрушения горных пород и принципиальные схемы воздействия на массив	18
2.3 Механическое разрушение – основной способ выемки.....	19
РАЗДЕЛ III ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ГОРНЫХ МАШИН	21
3.1 Конструкции резцов. Расчет нагрузок на резцах очистных и проходческих машин	21
3.2 Исполнительные органы горных машин. Шнековые, барабанные и дисковые органы разрушения, корончатые органы выемочных и проходческих машин, струговые, цепные и планетарные органы разрушения.....	27
3.3 Погрузочные органы горных машин. Классификация погрузочных органов. Скребковые, ковшовые, лемехо-отвальные погрузочные органы горных машин.....	36
3.4 Требования, предъявляемые к органам погрузки, и их классификация	38
РАЗДЕЛ IV СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОЧИСТНЫХ И ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ	40
4.1 Механизмы перемещения и подачи	40
4.1 Скорость подачи.....	44
РАЗДЕЛ V СКРЕБКОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ.....	45
5.1 Устройство забойных и штрековых конвейеров, их навесное оборудование	45
РАЗДЕЛ VI МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КРЕПИ	48
6.1 Классификация крепей, взаимодействие их с породами кровли	48
РАЗДЕЛ VII МАШИНЫ ДЛЯ ПРОХОДЧЕСКИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОТ	55
7.1 Проходческие комбайны, их конструктивные особенности	55

7.2 Машина врубовая баровая МВБ-140.....	67
7.3 Машины почвоподдирочные	68
РАЗДЕЛ VIII МАШИНЫ ДЛЯ ВЫЕМКИ РУДЫ.....	70
8.1 Одношнековые комбайны для пластов малой мощности.....	70
8.2 Двухшнековые комбайны для пластов средней мощности	73
8.3 Комбайн для селективной добычи сильвинита.....	77
8.4 Бурошнековое бурение	79
РАЗДЕЛ IX ПЫЛЕОТСАСЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	81
9.1 Назначение вентиляторных установок	81
9.2 Главные вентиляторные установки.....	81
9.3 Реверсирование вентиляционной струи	85
9.4 Вентиляторные установки местного проветривания	85
РАЗДЕЛ X ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫЕМОЧНОГО И ДОСТВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	88
10.1 Скорости резания и подачи очистных комбайнов. Теоретическая, техническая и эксплуатационная производительность.....	88
РАЗДЕЛ XI БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	90
11.1 Классификация способов бурения, буровых машин, области их применения	90
11.2 Области применения различных способов бурения.....	93
11.3 Шахтные бурильные установки	95
II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	97
2.1 Перечень тем лабораторных работ.....	97
2.2 Перечень тем практических занятий для изучения назначения машины, устройчтва, кинематической и гидравлической схем, систем управления, защит и блокировок	97
2.3 Методические указания по выполнению курсового проекта.....	97
III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	101
3.1 Средства диагностики результатов учебной деятельности	101
3.2 Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов.....	101
IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	103
4.1 Список рекомендуемой литературы	103
ПРИЛОЖЕНИЕ А	106

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Электронный учебно-методический комплекс (далее – ЭУМК) по учебной дисциплине «Горные машины и оборудование» предназначен для студентов направления специальности 1-36 10 01-02 «Горные машины и оборудование (подземные разработки)».

В соответствии с учебным планом подготовки студентов направления специальности 1-36 10 01-02 «Горные машины и оборудование (подземные разработки)» дисциплина «Горные машины и оборудование» включена в перечень дисциплин, изучаемых на 4 и 5 курсах первой ступени высшего образования.

При написании ЭУМК использованы материалы, изложенные в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, технических нормативно-правовых актов, научных статьях, материалах научно-практических конференций.

Цель ЭУМК

Целью ЭУМК является формирование у студентов знаний, умений и профессиональных навыков, связанных: с современным состоянием, тенденциями развития и областями применения горных машин и оборудования; с их конструкциями и с основными элементами (детальями и механизмами).

Основная задача при изучении курса – приобретение студентами знаний в области комплексной механизации основных и вспомогательных процессов добычи полезных ископаемых в отраслях горнодобывающей промышленности.

В процессе освоения дисциплины «Горные машины и оборудование» студент изучает:

- общую геологическую характеристику залегания калийных солей;
- историю развития машин и комплексов для подземных горных работ;
- технологию и механизацию подготовительных и очистных работ;
- подземный транспорт;
- проветривание рудника;
- способы бурения;
- обеспечение промышленной безопасности и охраны труда.

Приобретает навыки по:

- составлению расчётных схем и определению нагрузок, действующих на различные звенья исполнительных органов горных машин и оборудования;
- вычислению конструктивных и режимных характеристик рабочих процессов;
- оценке параметров с точки зрения их рациональности и оптимальности.

Особенности структурирования и подачи учебного материала

ЭУМК включает учебные, научные и методические материалы по учебной дисциплине «Горные машины и оборудование». Состоит из четырех разделов: теоретического, практического, контроля знаний, вспомогательного.

Теоретический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения дисциплины «Горные машины и оборудование» в объеме, установленном учебным планом и учебной программой для направления специальности 1-36 10 01-02 «Горные машины и оборудование (подземные разработки)». В практическом разделе ЭУМК приведены темы лабораторных, практических занятий и курсового проекта. Раздел контроля знаний включает вопросы для подготовки к сдаче зачёта и экзамена. Во вспомогательный раздел входит перечень основных и вспомогательных литературных источников.

Предложенные материалы являются теоретической основой для изучения учебной дисциплины «Горные машины и оборудование».

Рекомендации по организации работы с ЭУМК

Электронный документ открывается в среде Windows на IBM PC – совместимом персональном компьютере стандартной конфигурации.

І ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

РАЗДЕЛ І ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения учебной дисциплины является приобретение студентами знаний в области комплексной механизации основных и вспомогательных процессов добычи полезных ископаемых в отраслях горнодобывающей промышленности.

Основная задача при изучении курса – приобретение студентами знаний в области комплексной механизации основных и вспомогательных процессов добычи полезных ископаемых в отраслях горнодобывающей промышленности.

В процессе освоения дисциплины «Горные машины и оборудование» студент изучает:

- общую геологическую характеристику залегания калийных солей;
- историю развития машин и комплексов для подземных горных работ;
- технологию и механизацию подготовительных и очистных работ;
- подземный транспорт;
- проветривание рудника;
- способы бурения;
- обеспечение промышленной безопасности и охраны труда.

1.1 Краткая история развития машин и комплексов для горных работ

Общая геологическая характеристика залегания калийных солей. Старобинское месторождение представляет собой пологую (1-3°) залежь. Из четырех разведанных калийных пластов в настоящее время отрабатываются Первый, Второй мощностью 2,2-3,1 м и Третий мощностью 3,5-5,0 м (рисунок 1.1).

Пласты залегают на глубине 370-820 м (Второй) и 450-1200 м (Третий). Они



Рисунок 1.1 – Геологическое строение месторождения

имеют сложное строение, заключающееся в наличии между продуктивными сильвинитовыми слоями пачек пустой породы в виде каменной соли (галита).

Почва и кровля пластов представлены в основном слоями галита, чередующимися с глинистыми породами. Расслоение кровли в очистных и подготовительных выработках, как правило, происходит по плоским глинистым контактам толщиной более 4 мм. Прочность глинистых контактов на отрыв составляет 0,3 МПа, а коэффициент сцепления и угол внутреннего трения 0,35 МПа и 13° соответственно.

Второй пласт состоит из двух сильвинитовых и промежуточного галитового слоев примерно равной мощности – 0,7-1,0 м. В Третьем пласте сосредоточено около 80 % балансовых запасов месторождения. Он включает в себя шесть сильвинитовых слоев, однако, отрабатываются только слои II, III и IV с расположенными между ними пачками каменной соли II-III и III-IV.

Верхние V и VI сильвинитовые слои не выдержаны по мощности и часто замещаются каменной солью, а мощности самого нижнего сильвинитового слоя не превышает 0,2 м.

Каменная соль имеет сопротивление сжатию 22,5-35,0 МПа, сильвинит – 24 МПа, а известково-доломитовые породы от 6,0 до 23,0 МПа. Плотность калийных солей колеблется в пределах 1,8-2,4 т/м³.

Коэффициент крепости соляных пород по шкале проф. М.М. Протодяконова колеблется от 2,0 до 4,0.

Коэффициент трения острого и затупленного резца по породе составляет 0,165-0,3.

Важнейшим свойством гонных пород, определяющим трудоемкость их разрушения и эффективность работы добычных машин, является сопротивляемость резанию. Сопротивляемость резанию солей Старобинского месторождения составляет 350-450 кН/м.

Разработка Старобинского месторождения была начата в 1962 г. традиционной для калийных рудников камерной системой, которая за счёт оставляемых междукамерных и межходовых целиков предотвращает опасные деформации подработанной толщи пород и тем самым исключает попадание воды в подземное пространство. Камерная система характеризуется высокой производительностью труда и низкой себестоимостью, но при этом потери полезного ископаемого в целиках достигают 60 %, а содержание KCl в добываемой руде в 1,4-1,6 раза ниже, чем в сильвинитовых слоях.

Из всех, прошедших испытания вариантов камерной системы промышленное применение нашли технологические схемы с жесткими и податливыми целиками с использованием проходческо-добычных комплексов ПК-8, ПК-10, Урал-10КС.

Применение столбовых систем разработки в условиях рудников РУП «ПО «Беларуськалий» позволило повысить извлечение полезного ископаемого из недр и качество добываемой руды по сравнению с камерной.

Несмотря на отличие калийных забоев от угольных, оборудование для калийных рудников, как более молодой отрасли, разрабатывались в большинстве случаев на базе выпускаемого горного оборудования для угольных шахт с учетом опыта его эксплуатации и особенностей условий калийных рудников. Первоначально камеры обрабатывались буровзрывным способом, затем был осуществлен переход на машинную выемку руды из камер комбайнами ШБМ-2, ПК-8, Урал-10КС. В начале внедрения столбовой системы разработки были применены комбайны МК-67 для выемки тонких пластов и КШ-3М для выемки средних пластов, в конструкцию которых были внесены незначительные изменения.

Эти комбайны были предназначены для угольных шахт и по техническим параметрам и конструктивным схемам не соответствовали условиям применения для калийных рудников.

Перспективным представлялось использование комбайнов EV-170L фирмы «Айкхофф» (Германия) с установленной мощностью электродвигателя исполнительного органа 170 кВт, использование которого позволяло повысить производительность до 20 тыс. тонн в месяц. Следует отметить трудности совместной эксплуатации комбайна и лавного конвейера СП-80, который часто выходил из строя из-за сильной вибрации комбайна при скоростях подачи больше 1,5 м/мин. С целью получения высоких технико-экономических показателей велись работы по созданию высокопроизводительных отечественных комбайнов. В связи с этим специально для калийных забоев был создан комбайн КС-75, предназначенный для выемки калийных руд в лавах с углом падения до 6°, мощностью 0,95-1,3 м, с сопротивляемостью пород резанию 450 кН/м. Комбайн КС-75 в сравнении с другими выемочными машинами имел достаточно высокий технический уровень и характеризовался относительно большой энерговооруженностью (200 кВт), причём два электродвигателя с водяным охлаждением работали на один вал исполнительного органа. Промышленные испытания двух опытных образцов позволили выявить ряд существенных недостатков, основными из которых являлись низкая работоспособность подающей части и поворотных кулаков исполнительного органа и их направляющих.

В 1983-1984 гг. фирмой «Айкхофф» (ФРГ) специально для выемки калийных пластов мощностью 0,95-1,3 м был создан очистной комбайн EV-200/230 LN с энерговооружённостью 230 кВт.

Для обеспечения калийных рудников высокопроизводительной техникой и расширения области применения столбовых систем разработки у фирм Германии, Англии и Польши были закуплены очистные комбайны EV-200/230-LN, SL-300NE, EDV-300/760-L, SL-500S, ESA-150L (Германия), Electra 340 Sol, Electra 700 Sol, (Англия), KGS570-S-2B-Sol («FAMUR»); KGS800S/2BP («FAMUR») (Польша).

Большое разнообразие применяемого очистного оборудования затрудняло его обслуживание. Однако длительный опыт эксплуатации различных типов выемочных комбайнов, механизированных крепей, скребковых конвейеров и другого горного оборудования, позволил разработать стратегию обеспечения ими потребности калийной промышленности предприятиями Республики Беларусь.

Так производство комбайнов серии SL на ОАО «Беларуськалий» организовано на базе машино-комплектов, поставляемых из Германии. При этом доля белорусского участия в совместном проекте постоянно увеличивается.

В дальнейшем предполагается выпуск новой линейки очистных комбайнов: SL-300N/480, SL-300S, SL-300E с частотным регулированием электропривода и новым программным обеспечением с унифицированными узлами, SL-300L – для выемки пластов малой мощности до 1 м, а также модернизация действующих комбайнов SL-300NE с переходом на две подающие системы комбайна.

Предприятиями г. Солигорска для ведения горных работ освоено производство комбайнов проходческих, машин щеленарезных, конвейеров, самоходных вагонов, подъемных машин, прессов валковых, дробилок, мобильных буровых установок, экскаваторов шагающих, оборудования горной автоматики и связи и др.

1.2 Общая классификация горных машин

Горные машины и оборудование – это специальные машины и оборудование, предназначенные для механизации основных и вспомогательных процессов горного производства.

Горнодобывающий комплекс – это комплект машин, согласованных главными параметрами и обеспечивающих механизацию всех операций в технологии производства добычи и доставки полезного ископаемого (ПИ).

Агрегат механизации – это механическое соединение в одно целое нескольких индивидуальных машин для выполнения общей работы.

Горный комбайн – это комбинирование машин для одновременного выполнения нескольких операций по добыче ПИ (например, отделение ПИ от

массива, его дробление, навалку на погрузочный орган, погрузку в транспортные средства).

Механизация производственных процессов – замена ручных средств труда машинами и механизмами с привлечением различных видов энергетических установок и тяговых машин (тягачей). Различают частичную и комплексную механизацию.

Наиболее общей является классификация по виду горных работ, выполняемых машинами:

- машины для подземных разработок;
- машины и комплексы для открытых горных работ;
- средства подводной добычи полезных ископаемых;
- геолого-разведочные средства;
- для первичной переработки ПИ.

Внутри этих широких классов машин существует более узкая классификация как по технологическим, так и по конструктивным признакам.

Классификация по способу перемещения по залежи ПИ и способу соединения с энергетической установкой:

- стационарные;
- мобильные;
- мобильно-стационарные.

Мобильные при этом разделяются на: навесные, полунавесные, самоходные, прицепные и полуприцепные.

Существует достаточно большое число способов классификации горных машин по различным признакам.

По функциональному назначению горные машины и комбайны делятся на:

- выемочные (рисунок 1.2);
- проходческие (рисунок 1.3);
- очистные (рисунок 1.4);
- экскавирующие (рисунок 1.5);
- бурильные (рисунок 1.6);
- уборочные (рисунок 1.7);
- штабелюющие (рисунок 1.8);
- погрузочные (рисунок 1.9);
- транспортирующие (рисунок 1.10);
- вспомогательные.



Рисунок 1.2 – Выемочные машины

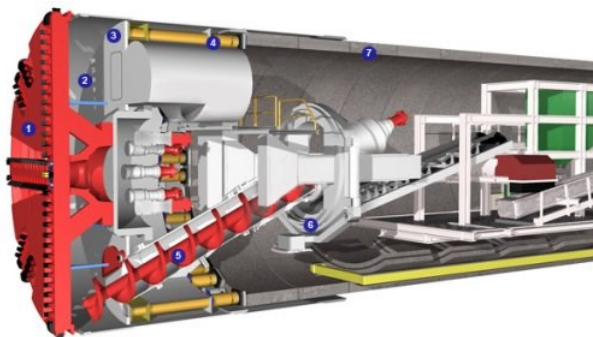


Рисунок 1.3 – Проходческие машины и комбайны

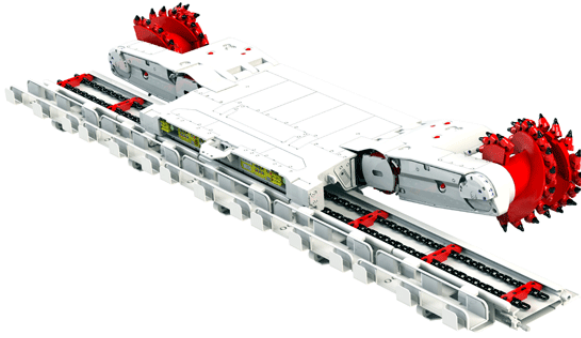


Рисунок 1.4 – Очистные комбайны



Рисунок 1.5 – Экскавирующие машины



Рисунок 1.6 – Бурильные машины



Рисунок 1.7 – Уборочные машины



Рисунок 1.8 – Штабелюющие машины



Рисунок 1.9 – Погрузочные машины



Рисунок 1.10 – Транспортирующие машины

1.3 Общая структура современных горных машин

Большое разнообразие горных машин затрудняет их отображение какой-либо общей структурной, функциональной или расчетной схемами. Тем не менее в целях систематизации будем рассматривать горную машину как механическую систему состоящую из следующих элементов:

- системы управления;
- энергетической установки;
- трансмиссии;
- исполнительного органа;
- несущей конструкции;
- системы перемещения и подачи.

Исполнительные органы и другие части машины так или иначе взаимодействуют с горной породой, свойства которой в значительной степени определяют конструкцию и режимные параметры горных машин.

1.4 Основные свойства горных пород

Ниже приведены термины, определения и краткие характеристики основных физико-механических свойств горных пород, оказывающих наиболее сильное влияние на процесс разрушения, бурения горных пород. К таким свойствам горных пород, в первую очередь, следует отнести их твердость и абразивность, упругость и пластичность, пористость и плотность, трещиноватость, устойчивость и др.

Твердость характеризует способность горной породы сопротивляться внедрению в нее резца, пуансона или другого индентора (твердого тела). Твердость породы в целом (агрегатная твердость) отличается от твердости слагающих ее минералов.

Абразивность – это особое свойство пород, выражающееся в способности изнашивать породоразрушающий инструмент в процессе бурения.

Упругость горных пород. Способность породы восстанавливать первоначальную форму и объем после прекращения действия внешних усилий.

Хрупкость горных пород. Способность горной породы разрушаться без заметной пластической деформации под воздействием внешних усилий.

Пластичность горных пород. Способность породы необратимо изменять, без нарушения сплошности, свою форму и размеры под действием внешних усилий; чаще всего проявляется в условиях всестороннего сжатия породы.

Установлено, что горные породы, обладающие высокими упругопластичными свойствами, разрушаются медленнее, чем упруго-хрупкие породы.

Пористость горных пород. Наличие в породе пустот (пор); оценивается коэффициентом пористости, представляющим собой отношение суммарного объема пор и пустот в породе к объему породы.

Плотность горных пород. Плотностью породы называется масса единицы объема породы с естественной влажностью и ненарушенным строением.

Трещиноватость горных пород. Совокупность в породе трещин различного происхождения и разных размеров.

Крепость горной породы. М.М. Протодяконов предполагал положить подобную классификацию в основу оценки труда рабочего при добыче угля и руд, нормирования труда. Он полагал, что при любом методе разрушения породы и способе её добычи, возможно оценить породу по усредненному коэффициенту добываемости. Если один из двух типов пород более трудоемок при разрушении, например, энергией взрыва, то порода будет более крепкой

при любом процессе её разрушения, например, зубком комбайна, кайлом, лезвием головки бура при бурении и т. д.

М.М. Протодьяконов разработал шкалу коэффициента крепости породы. Одним из методов определения этого коэффициента было предложено испытание образца породы на его прочность на сжатие в кг/см², а значение коэффициента определялось как одна сотая временного сопротивления на сжатие.

РАЗДЕЛ II ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГОРНЫМ МАШИНАМ И ОБОРУДОВАНИЮ

2.1 Влияние условий эксплуатации на выбор параметров горного оборудования

Специфические условия работы в подземных выработках сказываются на конструкции горных машин, предъявляя к основным их узлам ряд особых требований. Так, одной из специфических особенностей работы горных машин является стесненность рабочего места, обусловленная небольшими поперечными размерами горных выработок. В связи с этим возникает необходимость в строгом ограничении габаритов горных машин, придании последним удобной формы с целью повышения маневренности и улучшения транспортабельности их узлов. Уменьшение размеров основных узлов горных машин с одновременным сохранением их высокой работоспособности достигается применением последних достижений науки и техники в области машиностроения.

Значительная влажность рудничной атмосферы и агрессивность шахтных вод приводят к значительному ускорению коррозии, резко уменьшающей срок службы горных машин. В связи с этим детали горных машин должны изготавливаться из антикоррозионных материалов или подвергаться специальному покрытию горячим цинкованием, лаками, полимерными материалами и др.

Большая запыленность рудничной атмосферы, проникающей внутрь машин, резко снижает долговечность трущихся пар (шестерен, подшипников и др.) и заставляет, помимо борьбы с пылеобразованием, надежно защищать элементы горных машин от попадания пыли и грязи.

Высокая абразивность и твердость руды и породы приводят к быстрому износу элементов горных машин, что требует выполнения их из особо прочных и износостойких материалов, заставляет изыскивать специальные схемы работы элементов исполнительных органов и предусматривать возможность быстрой замены деталей, подверженных особо быстрому износу.

Тяжелые, резко усложняющиеся условия работы горных машин с внезапными перегрузками, возникающими от обрушения горной массы, попадания крупных кусков, а иногда и заклинивания исполнительного органа твердыми включениями, приводят к необходимости проектировать детали горных машин с достаточными запасами прочности, а приводы их оборудовать специальными предохранительными муфтами.

2.2 Способы разрушения горных пород и принципиальные схемы воздействия на массив

Разрушение горных пород – нарушение сплошности природных структур горных пород (минеральных агрегатов, массивов горных пород) под действием естественных и искусственных сил. Естественное разрушение происходит в результате гравитационных (оползни, оседания грунтов, обвалы, осыпи), вулканических, глубинных тектонических процессов, выветривания, других природных процессов и явлений. На горных объектах естественное разрушение сопровождается обрушением подземных горных выработок, бортов карьеров и т.п. и представляет собой негативный фактор, влияние которого снижают выбором специальных технологических схем ведения работ, креплением выработок, укреплением грунтов и т.д. С другой стороны, нарушение сплошности полезных толщ (например, под действием горного давления) упрощает процессы выемки, а разрушение породных толщ интенсифицирует дегазацию горных пород.

Искусственное (принудительное) разрушение – основной процесс технологии добывания и переработки твёрдых полезных ископаемых. Осуществляется в результате главным образом механического и взрывного воздействия на горные породы, в меньшей степени гидравлического, взрыво-гидравлического, термического, электрического, электромагнитного, комбинированного и др. При этом разрушающие нагрузки носят или квазистатический характер (скорости их приложения измеряются единицами или десятками м/с) – возникают при бурении, резании, механическом дроблении, или динамический (сотни и тысячи м/с) – при ударном и взрывном разрушении.

Способы разрушения горных пород и принципиальные схемы воздействия на массив:

– *Механический.* Создание напряжений в горных породах, превышающих предел их прочности. Отделение горных пород от массива происходит непосредственно рабочими органами оборудования.

– *Гидравлический.* Отделение горных пород от массива происходит напорной струей воды, подаваемой из гидромонитора, или, когда горная порода вместе с водой всасывается земснарядом со дна водоема.

– *Взрывной.* Разрушение горных пород под действием давления газов, выделяемых взрывчатыми веществами.

– *Физический.* Разрушение или уменьшение прочности горных пород достигается с помощью теплового воздействия, токов высокой частоты, ультразвука и др.

– *Химический*. Отделение горных пород от массива достигается посредством их перевода в жидкое или газообразное состояние.

– *Комбинированный*. Комбинирование различных способов (например, термомеханическое воздействие, виброэлектромагнитное и т.п.). Используя потоки энергии различных полей, комбинированные воздействия могут уменьшить удельные энергозатраты на разрушение того или иного объема горной породы.

2.3 Механическое разрушение – основной способ выемки

Под механическим разрушением горных пород принято понимать технологическое отделение от массива и дробление полезного ископаемого за счет использования механической энергии.

Достаточно широко применяется механическое разрушение горных пород в процессе вторичного дробления крупногабаритных кусков, образующихся при взрывном дроблении горного массива.

Эффективность механического разрушения угля, руды зависит прежде всего от его прочности и крепости. Интегральным показателем усилия резания является сопротивляемость угля, руды резанию.

Сопротивляемость резанию – характеристика сопротивления, оказываемая углем, рудой разрушению режущим инструментом. Показателем сопротивляемости резанию A (кН/см) является приращение силы резания на один сантиметр толщины стружки.

Угольные пласты с сопротивляемостью резанию до 1,8 кН/см благоприятны для применения стругов; 1,8-2,4 кН/см – для обычных комбайнов и стругов отрывного действия с высокой энерговооруженностью; 2,4-3,6 – для очистных комбайнов высокой энерговооруженности.

Механическое разрушение при добыче угля, калийной руды осуществляется исполнительным органом очистного комбайна. Очистной комбайн – машина, одновременно выполняющая в забое операции по отделению ископаемого от массива, дроблению его до кусков транспортабельного размера и навалке на забойный конвейер.

К механическому способу разрушения по сути своей относится и гидравлическое разрушение.

Гидравлическое разрушение горных пород основано на использовании кинетической энергии струи воды, выбрасываемой из гидромонитора. Считается, что эффективная отбойка происходит при напоре, развиваемом гидромонитором.

Гидравлическое разрушение применяют на открытых работах при разработке наносных отложений (вскрышные работы) и в отдельных случаях

при подземной добыче угля. В зависимости от крепости угля применяют гидравлическое, взрывогидравлическое и гидромеханическое разрушение.

Гидромонитор – устройство, служащее для создания (формирования) плотной летящей с большой скоростью водяной струи и управления ею при размыве и отбойке полезного ископаемого или породы.

Наиболее широкое распространение гидравлический способ разрушения массивов приобрел при разработке рассыпных месторождений полезных ископаемых.

РАЗДЕЛ III ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ ГОРНЫХ МАШИН

3.1 Конструкции резцов. Расчет нагрузок на резцах очистных и проходческих машин

К горным инструментам относятся рабочие инструменты, применяемые для разрушения пород горными машинами: врубовыми, комбайнами, стругами, горными сверлами, перфораторами, буровыми машинами и станками, отбойными молотками, экскаваторами и машинами для вспомогательных горных работ. Ручные горные инструменты (копья, лопаты и др.) в данной работе не рассматриваются. От инструментов зависят в большой степени производительность горных машин, труда рабочих, износ машин и расход энергии, качество и стоимость добываемой продукции.

На изготовление инструментов идут дорогостоящие стали и твердые сплавы.

Горные инструменты работают в тяжелых условиях: большие и переменные по характеру нагрузки с пиками до 5-8 и большой кратности относительно средних, изменчивые свойства разрушаемых пород, повышенные температуры (на крепких породах до 600 °С и более) и др.

Надзор за состоянием инструмента во время работы нередко весьма затруднителен. Поэтому к горным инструментам предъявляют следующие требования:

- эффективность разрушения горной породы с меньшим расходом энергии и с высокой производительностью;
- прочность и износостойкость, особенно армировки и рабочих кромок;
- соответствие формы, размеров и геометрических параметров свойствам разрушаемых пород, конструкции исполнительного органа и кинематике его работы;
- простое, надежное и жесткое закрепление в державках;
- возможность быстрой замены при износе;
- удобство для ремонта, восстановления и заточки, а также невысокая стоимость изготовления и эксплуатации.

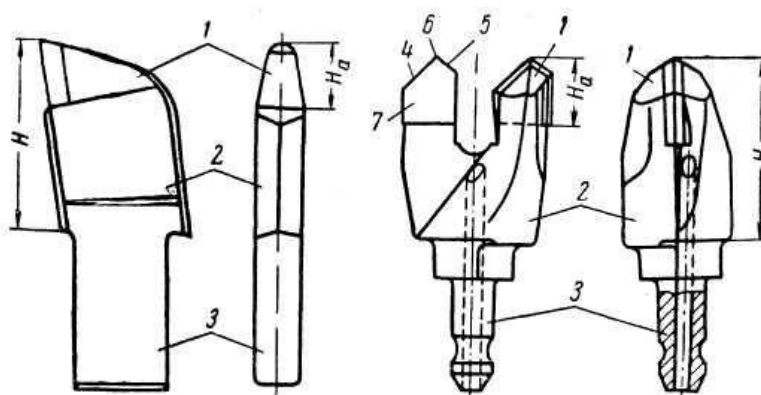
Элементы инструментов

Несмотря на значительное разнообразие горного инструмента, основные элементы имеют много общего. Изложим этот вопрос применительно к режущему инструменту.

К элементам инструментов (рисунок 3.1) относятся:

- корпус (тело, стержень);

- головка, или рабочая часть с гранями и рабочими кромками (лезвиями);
- хвостовик – для укрепления инструментов в гнездах (державках) органов разрушения.



1 – головка; 2 – корпус; 3 – хвостовик; 4 – главная кромка;
5 – вспомогательная кромка; 6 – вершина; 7 – перо бурового резца

Рисунок 3.1 – Элементы горных инструментов

Головка характеризуется следующими элементами:

- передней поверхностью (гранью);
- задней поверхностью (гранью);
- боковыми поверхностями (гранями);
- рабочими кромками (лезвиями) и острием (вершиной).

Передняя грань представляет собой поверхность, которой инструмент разрушает (отделяет от массива) срез (слой, стружку) горной породы.

Задняя грань представляет собой поверхность, обращенную к поверхности среза. При затуплении на ней образуется площадка износа, которой инструмент сминает (раздавливает) разрушаемую породу.

Боковые грани – поверхности, соединяющие переднюю и заднюю грани.

Вышеперечисленные поверхности могут быть плоские (наиболее распространены), выпуклые, граненые и другой формы.

Рабочие кромки образуются пересечением двух смежных граней. Они бывают главными, вспомогательными и боковыми. Главная рабочая кромка шириной a (рисунок 3.2, а) или радиусом r_k (рисунок 3.2, б) выполняет при разрушении породы основную работу и принимает на себя основную нагрузку. На рабочей части инструмента может быть одна или несколько из вышеуказанных граней и рабочих кромок.

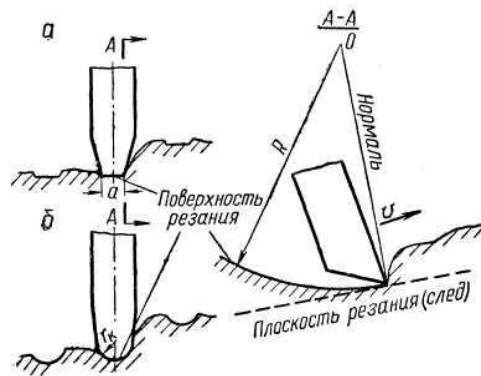


Рисунок 3.2 – Поверхность и плоскость резания

Длина H_a армировки – армированная или наплавленная твердым сплавом рабочая часть резца.

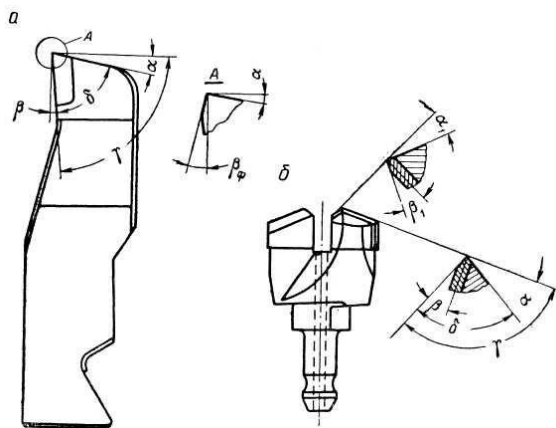
Высота H головки резца – расстояние от острия до опорной поверхности резца.

Форма и размеры элементов горных инструментов, особенно его рабочей части, оказывают большое влияние на их производительность, прочность, износостойкость и расход твердого сплава.

Поверхность и плоскость резания (рисунок 3.2). Поверхностью резания называется поверхность, образуемая режущими кромками работающего резца, находящимися в контакте с породой.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная, к поверхности резания и проходящая через рабочее лезвие или через его точку (вершину). У резцов с прямолинейным движением плоскость резания совпадает с поверхностью резания.

К главным углам режущего инструмента относятся: угол заострения, задний угол, передний угол и угол резания (рисунок 3.3).



β_ϕ – передний угол по фаске; α_1, β_1 – углы на вспомогательной кромке

Рисунок 3.3 – Конструктивные Геометрические параметры резцов

Углом заострения δ называется угол между передней и задней гранями резца. Чем меньше этот угол, тем тоньше и острее рабочие кромки, но тем меньше их прочность. Угол заострения выбирается в зависимости от крепости и абразивности разрушаемой породы и от ожидаемой рабочей нагрузки на инструмент. Этот угол на резцах выемочных машин и горных сверл обычно бывает равным 65-90°, а на струговых ножах 40-60°.

Задним углом α называется угол между плоскостью резания и касательной к задней поверхности резца в рассматриваемой точке рабочей кромки. Этот угол у горных инструментов обычно бывает в пределах 5-20°.

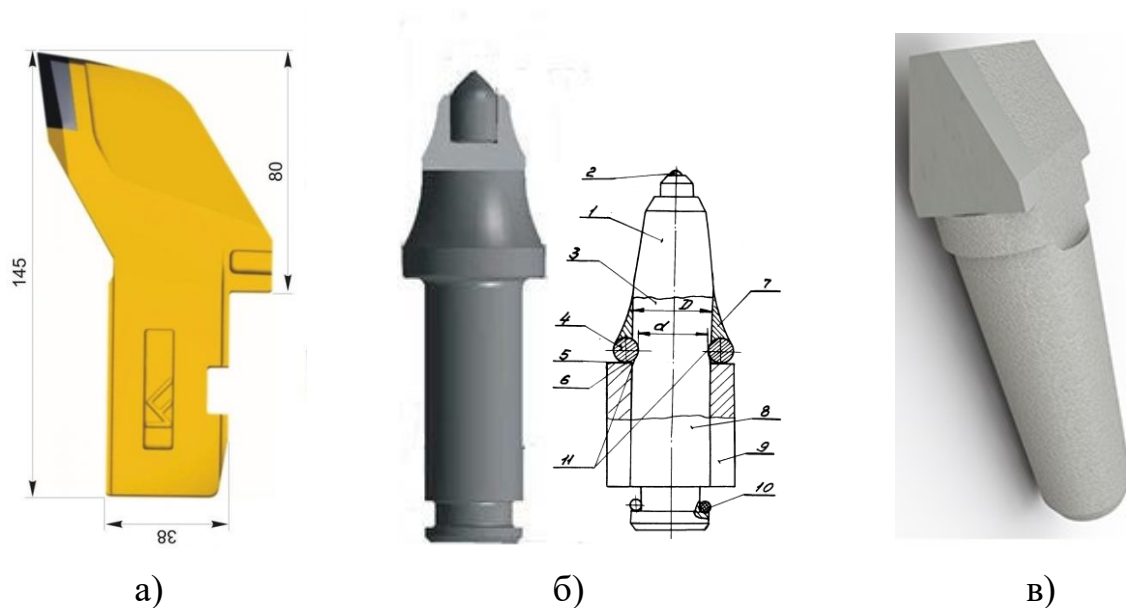
Не рекомендуется слишком увеличивать задний угол при положительном переднем угле, так как это приводит к ослаблению рабочей кромки; при переднем отрицательном угле задний угол, как показали исследования, можно увеличивать до 20-30°, так как при этом прочность режущей кромки не снижается, а площадки износа получаются меньшей величины.

Углом резания γ называется угол между передней поверхностью (гранью) рабочего инструмента и плоскостью резания. Он равен сумме углов заострения и заднего $\gamma = \delta + \alpha$ и обычно составляет 60-115° в зависимости от крепости разрушаемой породы и конструкции рабочей части инструмента. С увеличением угла резания возрастает сопротивление горной породы резанию и особенно при углах, больших 90°. По энергоемкости более выгодными углами резания являются углы величиной 50-70°, но такие углы можно применять при разрушении мягких горных пород инструментом, наплавленным твердыми сплавами.

При разрушении более крепких горных пород инструментами, армированными твердыми сплавами, группы ВК, применяют углы резания от 70 до 115°, так как при малых углах рабочие кромки армировки выкрашиваются.

Конструкции резцов, которые устанавливаются на исполнительных органах горных машин весьма разнообразны и в основном зависят от условий их работы. Чаще всего различают следующие основные типы резцов (рисунок 3.4):

- радиальные;
- тангенциальные;
- радиально-торцовые.



а – радиальный; б – тангенциальный; в – радиально-торцевой

Рисунок 3.4 – Основные типы резцов

Тангенциальные резцы 1 размещаются в резцедержателях 2, устанавливаются под острым углом к радиусу R корпуса исполнительного органа 3, и к вектору скорости резания (рисунок 3.5).

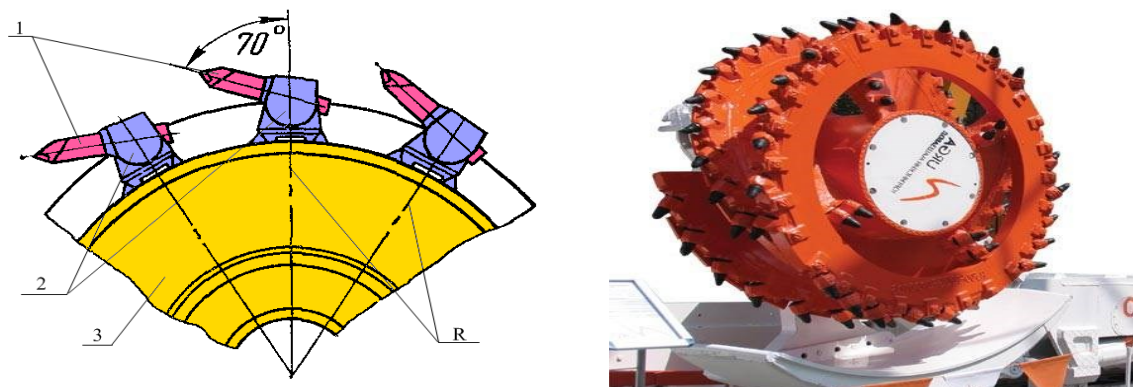


Рисунок 3.5 – Размещение тангенциальных резцов на исполнительном органе

Радиальный резец состоит из державки 1 и головки 2, снабженной твердосплавной пластинкой 3.

Шарошечный инструмент обеспечивает непрерывность процесса разрушения при низких затратах энергии на трение.

Это позволяет применять его в проходческих комбайнах, предназначенных для проведения выработок по породам средней и выше средней крепости ($f > 6$) и абразивностью до 45 мг и при бурении. Шарошки могут быть дисковыми и с вооружением в виде штырей или зубьев

При резании в результате воздействия инструмента на породу происходит отделение пограничных слоев разрушаемого массива (стружки при резании слабых пород и частиц при резании хрупких пород).

Рабочий инструмент перемещается обычно в двух направлениях. Одно из них главное движение со скоростью v , при котором происходит отделение стружки, а другое, при котором изменяется толщина h стружки, является движением подачи. Скорость подачи значительно меньше скорости главного движения.

Значения нагрузки на резцах определяется большим числом факторов:

- свойствами породы;
- видом реза;
- толщиной h стружки;
- шагом резания t – расстоянием между соседними резами;
- геометрическими параметрами резания (углами);
- скоростями резания v_p , подачи v_n и др.

Сила резания определяется по формуле:

$$P_p = e_p \cdot b \cdot h, \quad (3.1)$$

где e_p – удельная работа резания;

b, h – ширина и толщина снимаемой стружки.

Ввиду наличия боковых зон разрушения процесс резания характеризуется оптимальным значением шага резания, при котором достигается минимум затрат энергии.

Одним из основных показателей рабочего процесса является энергоёмкость разрушения горных пород:

$$A = \frac{A_{разр}}{V}, \quad (3.2)$$

где $A_{разр}$ – работа, расходуемая на разрушение;

V – объем разрушенной горной массы.

Энергоёмкость резания определяется крепостью породы и условиями резания (типом реза, режимами резания и др.).

Процесс резания отличается высокой производительностью ввиду непрерывности, низким уровнем вибраций, а также малым пылеобразованием. Недостаток процесса – большой износ инструмента ввиду постоянного контакта инструмента с породой.

3.2 Исполнительные органы горных машин. Шнековые, барабанные и дисковые органы разрушения, корончатые органы выемочных и проходческих машин, струговые, цепные и планетарные органы разрушения

Горные комбайны – это комбинированные машины, одновременно выполняющие операции по отделению горной породы от массива, дроблению ее до транспортабельных размеров и погрузке на забойные транспортные средства.

Общеизвестна эффективность применения комбайнов в рудной промышленности, где они и получили самое широкое распространение. На рудниках существует четкое деление комбайнов на проходческие и очистные, что вытекает из специфики ведения горных работ. Это положение справедливо для рудных шахт, ведущих разработку пластовых месторождений длинными лавами. Для камерных систем разработок эта разница незначительна, и проходческие комбайны могут быть использованы для добычных работ без каких-либо существенных конструктивных изменений, что дает возможность иногда называть их проходческо-очистными комбайнами.

Многообразие горно-геологических и горнотехнических условий подземной добычи полезных ископаемых предопределяет и разнообразие конструкций горных комбайнов, но, несмотря на это, все они состоят из следующих функциональных элементов: органа разрушения, органа погрузки, механизма перемещения, передаточных механизмов, силового оборудования, средств борьбы с пылью и системы управления.

Органы разрушения горных комбайнов. Органы разрушения (исполнительные органы) горных комбайнов предназначены для выполнения основной производственной операции технологического цикла очистных или подготовительных работ – отделение транспортабельных кусков горной породы от массива. Некоторые органы разрушения кроме своей основной функции могут еще одновременно выполнять и функцию погрузки отбитой горной массы на призабойный конвейер (шнеки, струги и др.)

В зависимости от назначения горных комбайнов, органы разрушения можно разделить на две группы: для очистных комбайнов; для проходческих комбайнов.

Требования, предъявляемые к органам разрушения, и их классификация. Независимо от назначения горных комбайнов их органы разрушения должны удовлетворять следующим требованиям:

– обеспечение максимально возможной производительности комбайна по разрушению массива горной породы в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях;

- возможно меньшая удельная энергоемкость процесса разрушения горной породы; высокий механический коэффициент полезного действия;
- обеспечение минимальной динамичности рабочего процесса;
- минимальное пылеобразование при работе;
- простота замены породоразрушающего инструмента и надежность его крепления;
- возможность регулирования частоты вращения органа разрушения (пока допускается дискретное изменение скорости резания);
- простота конструкции, высокая надежность и долговечность органа разрушения;
- возможность автоматизации выбора оптимальных режимных параметров органа разрушения.

К органам разрушения очистных комбайнов предъявляются еще дополнительные требования, обусловленные спецификой их работы в длинных забоях:

- обеспечивать высокую сортность добываемого полезного ископаемого;
- обеспечивать выемку полезного ископаемого по всей мощности пласта за один проход комбайна при плавном регулировании высоты органа разрушения в заданных пределах;
- осуществлять на пологих пластах одновременно с отделением полезного ископаемого от массива и его погрузку на забойный конвейер;
- обеспечивать самозарубку комбайна по концам лавы и возможность работы по односторонней или челноковой схемам.

В коротких забоях при проведении подготовительных выработок наблюдаются изменения в широком диапазоне сечения (по площади), формы (прямоугольная, трапециевидная, овальная, арочная и др.) проводимых выработок и физико-механических свойств разрушаемых горных пород, что и обуславливает специфические дополнительные требования к органам разрушения проходческих комбайнов:

- размеры органа разрушения не должны превышать габаритных размеров проводимых выработок;
- сечение и форма проводимой выработки должны быть постоянными и стандартными, пригодными для крепления современными средствами, без дополнительных трудоемких ручных операций по оформлению стенок выработок;
- допускать отдельную выемку полезного ископаемого и породы при проведении выработки по смешанному забою;
- обеспечивать высокую производительность при разрушении смешанного забоя без смены породоразрушающего инструмента.

По основным *конструктивным признакам* органы разрушения очистных комбайнов можно подразделить на баровые (барово-цепные), дисковые, штанговые, барабанные, шнековые, бурошнековые, буровые, корончатые, комбинированные, стреловые, угольные пилы.

Исполнительные органы классифицируют по схеме отработки забоя – на фланговые (рисунок 3.6) и фронтальные (рисунок 3.7).



Рисунок 3.6 – Фланговые выемочные комбайны, струги, врубовые машины



Рисунок 3.7 – Фронтальные выемочные и проходческие агрегаты

Исполнительные органы классифицируют по схеме разрушения массива забоя на: прорезающие в массиве руды щели (плоские, кольцевые, концентрические) с последующим разрушением межщелевых пачек руды, разрушающие скалыванием с поверхности забоя, комбинированная схема разрушения забоя.

Исполнительные органы классифицируют по ширине захвата – с узким захватом – 0,5; 0,63; 0,8 и 1,0 м на узкозахватных комбайнах, работающих на пологих и наклонных пластах, и 0,9 м – на крутых; с широким захватом, т. е. более 1,0 м, обычно – 1,6; 1,8; 2 м на широкозахватных комбайнах, работающих на пологих и наклонных пластах угля.

Исполнительные органы классифицируют по способу крепления к корпусу выемочной машины:

- с разворотом в горизонтальной плоскости (врубовые машины, широкозахватные комбайны)
- закрепляемые неподвижно-узкозахватные комбайны.

Исполнительные органы классифицируют по схеме образования первоначального вруба:

- самозарубающиеся (рисунок 3.8, а);
- несамозарубающиеся (рисунок 3.8, б).



а)



б)

Рисунок 3.8 – Шнековые исполнительные органы

Шнеки бывают нескольких разновидностей:

- литой и сварной конструкции, с правым и левым направлением навивки спирали, применительно к правому или левому забоям, для обеспечения погрузки разрушенного угля на забойный конвейер;
- по числу и типу спиралей – одно (редко), двух и трехзаходные, с постоянным и переменным шагом;
- по типу режущего инструмента – с радиальными и тангенциальными резцами или в комбинации из них;
- по диаметру – для тонких и средней мощности пластов обычно – 0,56; 0,63; 0,71; 0,8; 1,0; 1,12; 1,25; и 1,4 м; для мощных пластов диаметром – 1,6; 1,8 и 2,0 м;
- по ширине захвата – 0,5; 0,63 м для пластов мощностью более 1 м и 0,8 м пластов мощностью менее 1 м.

Преимущества:

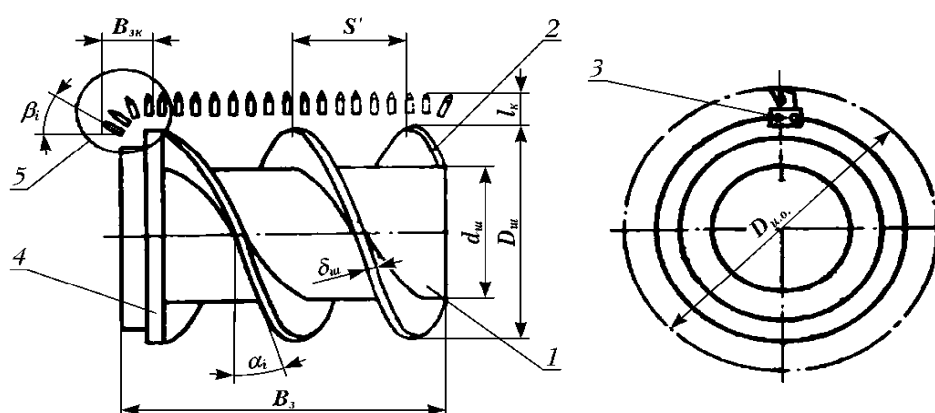
- широкая область применения – пологие и наклонные пласты мощностью от 0,7 до 5 м при сопротивляемости угля разрушению до 2,5 – 3,0 кН/см;
- обеспечение высокой производительности комбайна;
- сочетание в одном органе функций разрушения и погрузки;

- большой диапазон плавного регулирования по вынимаемой мощности пласта;
- самозарубка в пласт;
- возможность работы по челноковой или односторонней схеме без перемонтажа и реверса шнеков;
- простота конструкции и технологии изготовления.

Недостатки:

- снижение погрузочной способности при уменьшении диаметра шнека;
- сложность замены резцов;
- конструктивные параметры шнека.

Шнек очистного комбайна представлен на рисунке 3.9.



1 – ступица шнека; 2 – винтовая лопасть (реборда); 3 – резцедержатели; 4 – лобовина шнека; 5 – кутковые резцы.

Рисунок 3.9 – Шнек очистного комбайна

Общий вид шнека и установки резцов представлен на рисунке 3.10.

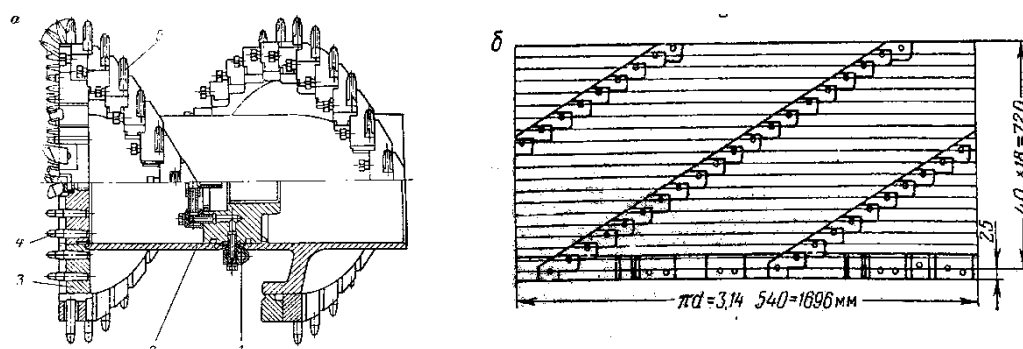


Рисунок 3.10 – Общий вид шнека и схема установки резцов

Схема набора резцов выполнена «елочкой». Она состоит из:

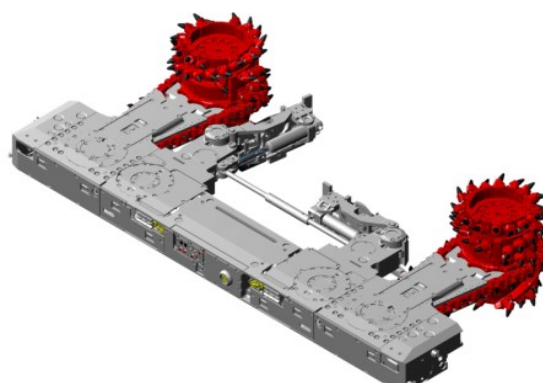
- линейных нулевых резцов, которые обычно устанавливаются по два-три в каждой линии резания;
- кутковых с углом наклона 10, 30 45°, устанавливаемых с меньшим шагом резания (25, 33, 42 мм).

При более тяжелых условиях работы по прорезанию массива в каждой линии резания устанавливается по три-четыре нулевых резца.

Барабанные исполнительные органы. Барабанный исполнительный орган представляет собой цилиндр, на внешней поверхности которого в определенной последовательности закреплены кулаки с резцами (рисунок 3.11).



а)



б)

а – с горизонтальной осью вращения; б – с вертикальной осью вращения

Рисунок 3.11 – Барабанные исполнительные органы

С вертикальной осью вращения. Область использования – добыча крепких, вязких углей и антрацитов на пологих и наклонных пластах

Достоинства:

- возможность разрушения крепких, вязких углей и антрацитов;
- возможность самозарубки в пласт угля.

Недостатки:

- сложность устройства для плавного регулирования выдвижного барабана по мощности пласта;
- трудность удаления и погрузки разрушенного угля из зоны работы нижнего барабана.

Корончатые исполнительные органы. Разрушают забой путем прорезания глубоких кольцевых щелей с последующим взламыванием межщелевых целиков с его поверхности.

Многочисленные конструктивные варианты корончатых исполнительных органов комбайнов можно условно разделить на два типа:

Бураскалывающие исполнительные органы. Буровые коронки роторного типа, разрушающие одновременно всю площадь забоя – при продольной подаче, прорезают глубокие концентрические щели с последующим взламыванием межщелевых целиков (рисунок 3.12).

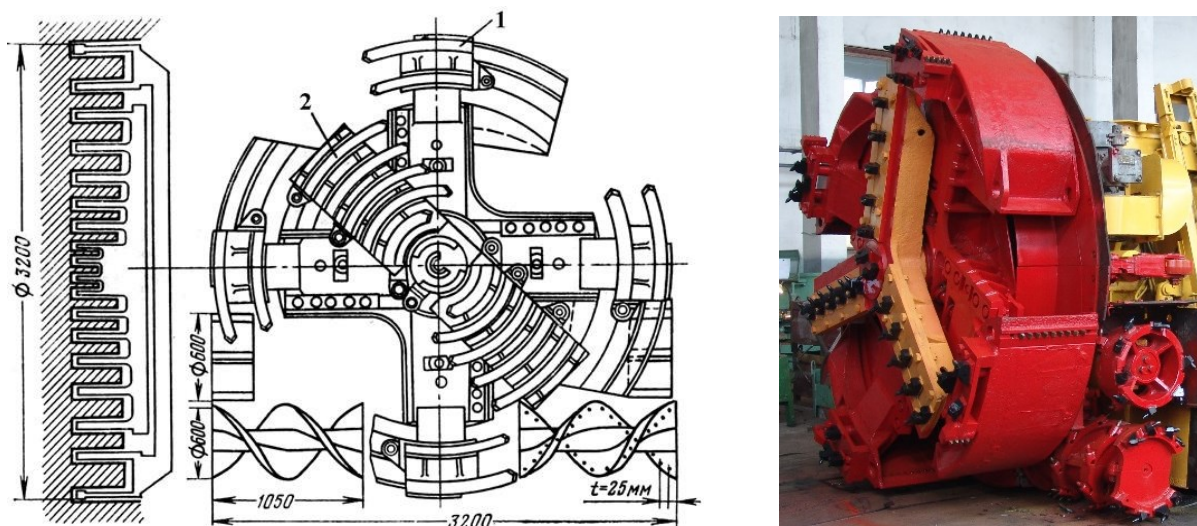


Рисунок 3.12 – Буроскалывающие исполнительные органы

Достоинства:

- обеспечивают высокую сортность руды (выход класса 0-6 мм составляет 15-25 %);
- низкие удельные энергозатраты (0,2-0,6 кВт ч/т);
- совмещение процессов разрушения и погрузки руды;
- компактность конструкции.

Недостатки:

- ограниченная производительность;
- сложность замены резцов;
- необходимость комбинации с другими исполнительными органами для получения арочной формы забоя;
- невозможность регулирования по вынимаемой мощности пласта.

Коронки циклического действия. Бывают с осью вращения, перпендикулярной к забою, работающие при поперечной подаче с осью вращения, параллельной поверхности забоя, совершающие перемещения вдоль оси при дуговой подаче в вертикальной плоскости (рисунок 3.13).



Рисунок 3.13 – Коронки циклического действия

Баро-цепные исполнительные органы. Баро-цепной исполнительный орган представляет собой плоскую, кольцевую или другой формы раму (бар), в направляющих которой перемещается режущая цепь, состоящая из звеньев с резцедержателями, в гнездах которых закреплены резцы (рисунок 3.14).



Рисунок 3.14 – Баро-цепные исполнительные органы

Струговые исполнительные органы. Область применения таких стругов ограничена в связи с возможностью разрушения углей не выше средней крепости при спокойной гипсометрии пласта и постоянной его мощности (рисунок 3.15).



Рисунок 3.15 – Струговые исполнительные органы

Область применения таких стругов ограничена в связи с возможностью разрушения углей не выше средней крепости при спокойной гипсометрии пласта и постоянной его мощности.

Достоинства:

- простота и надежность конструкции;
- возможность отделения угля с поверхности забоя в зоне наибольшего отжима;
- совмещение функций отбойки и погрузки угля;
- работа в режиме крупного скола;
- лучшая по сравнению с комбайновой выемкой сортность угля;

– меньшее по сравнению с другими типами исполнительных органов пылеобразование.

Недостатки:

- эффективная работа стругов возможна при разрушении хрупких углей с сопротивляемостью резанию не более 3 кН/см;
- плохая управляемость в вертикальной плоскости;
- сложность регулировки исполнительного органа по мощности пласта;
- относительно низкий КПД.

Бурошнековые исполнительные органы. Исполнительные органы предназначены для выемки угля по безлюдной технологии без крепления выработанного пространства методом выбуривания скважин длиной до 85 м из пластов мощностью 0,5-0,8 м, с углом залегания до 12° по восстанию и до 9° по падению, с сопротивлением резанию до $A = 350$ кН/см, залегающих в породах не ниже средней устойчивости (рисунок 3.16).

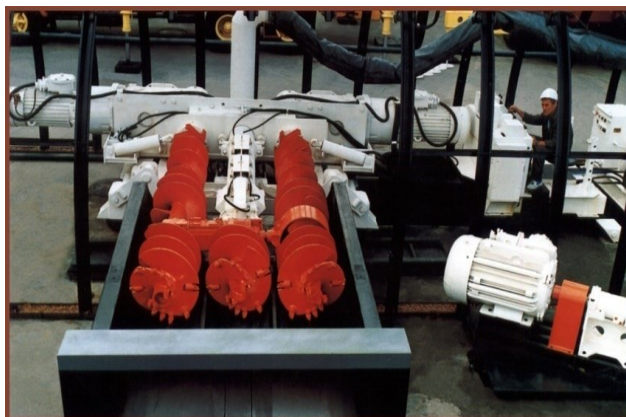


Рисунок 3.16 – Бурошнековые исполнительные органы

Планетарные органы. Планетарные органы разрушения нашли применение в проходческих комбайнах и агрегатах для проходки вертикальных стволов (рисунок 3.17).



Рисунок 3.17 – Планетарные органы разрушения

Достоинства:

- разрушают большие площади забоя;
- передают на каждый инструмент значительную мощность;
- имеют относительно невысокую энергоемкость процесса разрушения;
- требуют небольших осевых (напорных) усилий;
- имеют незначительный опрокидывающий реактивный момент.

Недостатки:

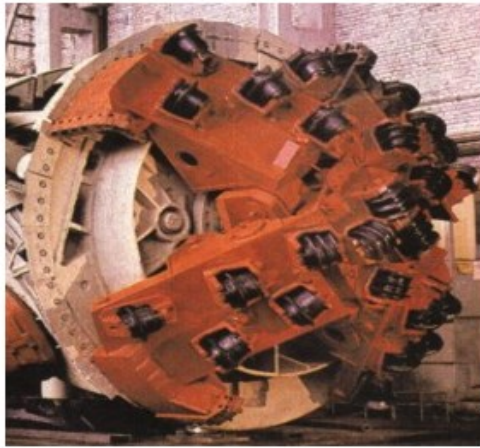
- сложная конструкция редуктора привода;
- большой рабочий путь инструмента за один оборот водила в плоских и сферических органах разрушения;
- сложность кинематических расчетов и правильного выбора параметров траекторий движения инструментов.

3.3 Погрузочные органы горных машин. Классификация погрузочных органов. Скребокковые, ковшовые, лемехо-отвальные погрузочные органы горных машин

Высокопроизводительная работа очистного или проходческого комбайна (рисунок 3.18) в большой степени зависит от эффективности погрузки отбитой горной массы. Дополнительная ручная погрузка разрушенной горной массы и зачистка призабойного пространства резко ухудшают социальные условия труда горнорабочих, снижают производительность выемочных машин и сдерживают переход на поточную технологию выемки руды. Наличие на почве пласта слоя мелкораздробленной руды приводит к подштыбовке конвейера и секций крепи при их передвижке и уходу всего комплекса в кровлю пласта.

Механизированная погрузка отбитой горной массы производится при выемке пологих и наклонных (до 35°) пластов и проходке горизонтальных и наклонных выработок. При выемке крутых пластов и проходке восстающих выработок транспортирование отбитой горной массы от органа разрушения производится самотеком под действием сил гравитации.

Механическая погрузка отбитой горной массы представляет собой две технологические операции: зачерпывание разрушенной горной массы и транспортирование ее к месту погрузки на главный (штрековый) конвейер, вагонетки или другие транспортные средства. У современных очистных комбайнов эти операции погрузки совмещены и реализованы в конструкции самого органа разрушения. Такое совмещение функций в одном органе упрощает конструкцию и габариты очистного комбайна и обеспечивает его работу при минимальном обнажении кровли.



погрузочный ковш

погрузочный ковш



погрузочный шнек
(бермовая фреза)

Рисунок 3.18 – Погрузочное оборудование проходческих комбайнов шнеки (буровые ПК)

У проходческих комбайнов такое совмещение операций погрузки практически невозможно. Зачерпывающая часть у этих комбайнов осуществляет захват отбитой породы из штабеля и производит погрузку ее на передаточный конвейер (скребковый или ленточный), который располагается вдоль продольной оси комбайна, является второй частью погрузочного органа и транспортирует породу до перегружателя, штрекового конвейера или вагонетки.

Нагребающие лапы или звезды (избирательные ПК) скребковые представлены на рисунке 3.19.



Рисунок 3.19 – Нагребающие лапы или звезды (избирательные ПК) скребковые

Лемехо-отвалыные погрузочные органы горных машин изображены на рисунке 3.20.



Рисунок 3.20 – Лемехоотвалыные погрузочные органы горных машин

3.4 Требования, предъявляемые к органам погрузки, и их классификация

Конструкция и параметры погрузочных органов зависят от многих факторов, но определяющими являются: конструкция и параметры органа разрушения, физико-механические свойства разрушенного массива, технологическая схема работы комбайна.

Независимо от назначения комбайна и конструкции его органа разрушения погрузочные механизмы должны отвечать следующим требованиям:

– обеспечивать максимальную производительность комбайна в конкретных условиях эксплуатации, производить погрузку отбитой горной массы без большого просыпания по всему фронту работы органа разрушения с эффективной зачисткой почвы;

– не измельчать дополнительно транспортируемую породу, но в то же время он должен быть активным для дополнительного разрушения нетранспортабельных кусков; иметь минимальную энергоемкость процесса погрузки;

– не вызывать повышенного пылеобразования;

– обеспечивать возможность самозарубки очистного комбайна в пласт;

– быть простым по устройству, легким и удобным в монтаже и демонтаже, иметь минимальные габаритные размеры и массу при высокой эксплуатационной надежности.

Погрузочные органы горных комбайнов могут быть классифицированы по следующим признакам:

– *по характеру взаимодействия с погружаемой горной массой* – на статические, не имеющие специального привода, и активные, имеющие специальный привод и конструктивные элементы для дробления негабаритных кусков породы и перемещения разрушенной горной массы;

– *по конструктивному исполнению* – на скребковые, лопастные, шнековые, барабанные (с вертикальной осью вращения), щитовые, лемехоотвальные, ковшовые, загребающие лапы, базовые.

Скребковые органы погрузки с вертикально или горизонтально замкнутой цепью и консольными скребками в свое время широко использовались на широкозахватных очистных комбайнах и первых серийных отечественных стреловых проходческих комбайнах.

Скребковым грузчикам присущ целый ряд недостатков: значительное переизмельчение угля и пылеобразование, низкий механический КПД и интенсивный износ элементов направляющих ручьев бара и самой цепи; значительные габаритные размеры и масса; ограниченные возможности по погрузке крупнокусковой крепкой породы.

В современных узкозахватных очистных комбайнах и стреловых проходческих комбайнах такие грузчики уже не используются.

На современных очистных узкозахватных комбайнах самое широкое применение нашли шнековые органы разрушения, которые совмещают в себе одновременно функцию разрушения пласта и погрузки разрушенной массы на забойный конвейер. Шнековые органы погрузки имеют достаточно простую конструкцию, относительно высокий механический КПД, а также повышенную прочность и долговечность.

Погрузочное оборудование проходческих комбайнов – ковши.

РАЗДЕЛ IV СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОЧИСТНЫХ И ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

4.1 Механизмы перемещения и подачи

Механизмы перемещения и подачи горных машин предназначены для перемещения комбайнов или стругов во время работы и совершения различных технологических маневровых операций, а также для поддержания постоянного контакта породоразрушающего инструмента с массивом породы.

Особенность механизмов подачи горных машин заключается в том, что они должны обеспечивать относительно малые скорости перемещения и развивать значительные тяговые (напорные) усилия. Современные очистные комбайны перемещаются со скоростью до 20 м/мин с тяговым усилием до 600 кН. Струговые установки перемещаются вдоль лавы со скоростью до 2,0 м/с и с тяговым усилием до 600 кН. У буровых проходческих комбайнов напорные усилия достигают 35000 кН при скорости подачи ротора на забой до 6,0 м/ч.

Требования, предъявляемые к органам перемещения, и их классификация:

- обеспечивать максимальные значения скорости подачи и усилия подачи (напора), регламентируемые соответствующими нормативными документами;
- иметь бесступенчатое (плавное) регулирование рабочей скорости подачи во всем диапазоне ее изменения при ручном и автоматическом управлении и чётко фиксировать необходимую скорость;
- обеспечивать надежное ограничение максимального тягового (напорного) усилия;
- очистные комбайны с гибким тяговым органом должны иметь устройства для гашения колебаний тягового органа, а работающие на наклонных пластах иметь устройства, удерживающие комбайны в лаве при обрыве тягового органа;
- проходческие стреловые комбайны с гусеничным механизмом подачи должны иметь маневровую скорость подачи;
- быть удобными, безопасными в управлении и надежными в эксплуатации.

Назначение механизмов перемещения. Механизмы перемещения (подачи) горных машин предназначены для:

- перемещения комбайнов или стругов во время работы;
- совершения различных технологических маневровых операций;
- поддержания постоянного контакта породоразрушающего инструмента с массивом породы;

– быть удобными, безопасными в управлении и надежными в эксплуатации.

Классификация механизмов перемещения:

- по типу регулятора скорости:
 - с гидравлическим регулятором;
 - с электрическим регулятором;
- по месту установки:
 - встроенные;
 - вынесенные.
- по типу и конструкции тягового органа:
 - с гибким тяговым органом – цепные и канатные;
 - с жестким (для встроенных механизмов перемещения) тяговым органом – на основе цевочных и зубчатых реек.

Структурная схема систем перемещения представлена на рисунке 4.1.

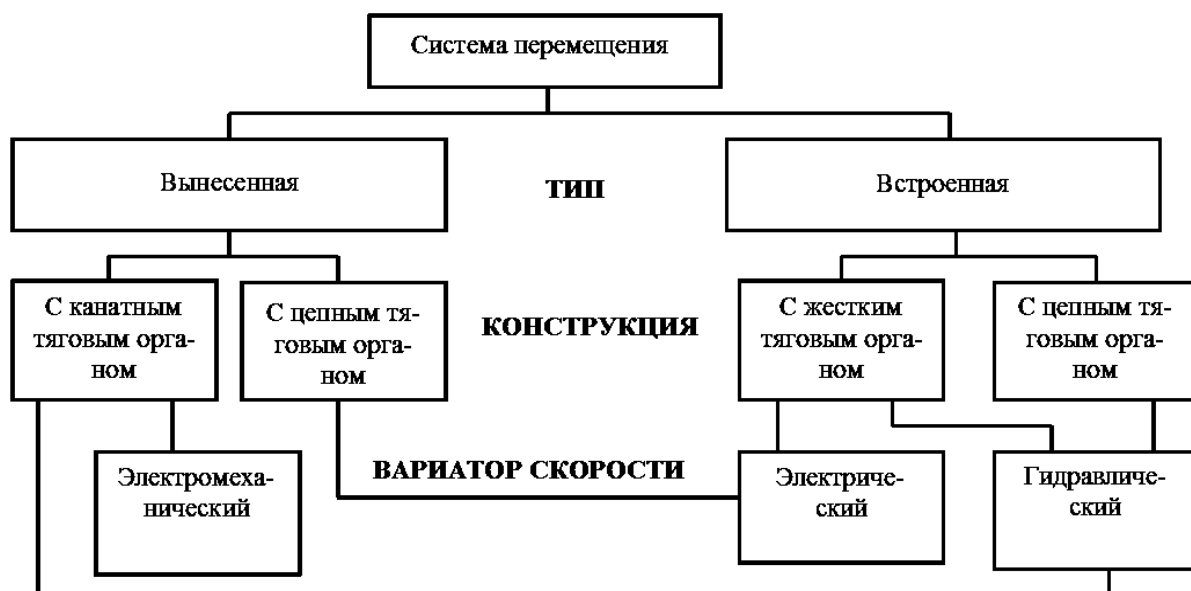


Рисунок 4.1 – Структурная схема систем перемещения

Вынесенная система перемещения комбайнов.

Достоинства:

- минимально возможная длина очистного комбайна;
- индивидуальный привод и значительные тяговые усилия;
- использование всей мощности двигателя комбайна на разрушение руды.

Недостатки:

- наличие в лаве двух движущихся ветвей тягового органа, что затрудняет передвижение забойного конвейера;
- усложнение системы перемещения и управления ею за счет наличия двух механизмов перемещения.

Встроенная система перемещения комбайнов.

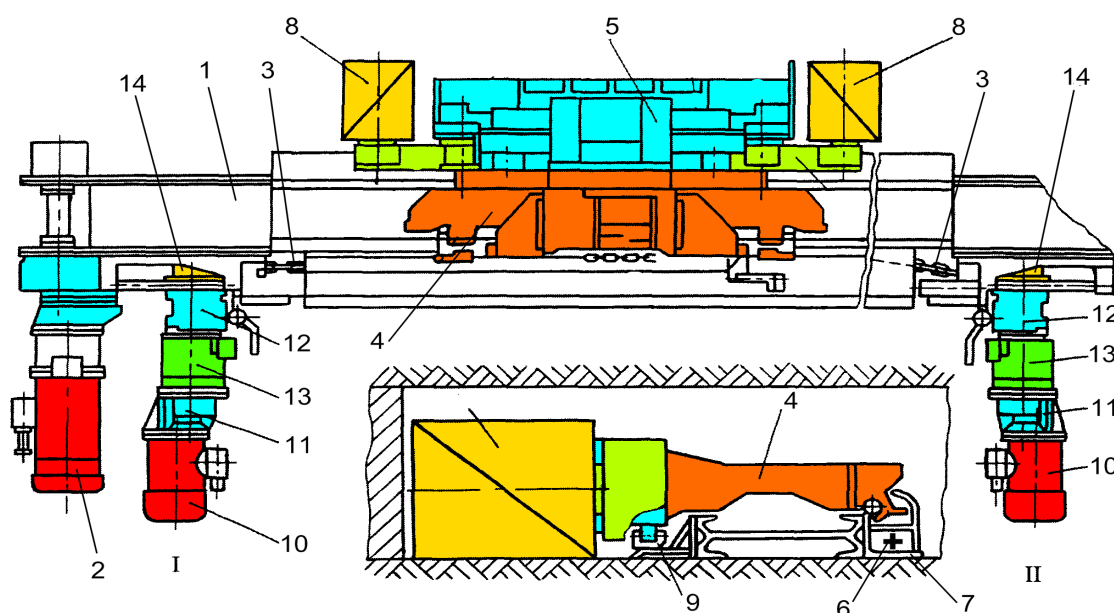
Достоинства:

- неподвижный тяговый или опорный орган;
- относительная простота как самой системы перемещения, так и управления ею.

Недостатки:

- удлинение комбайна на величину длины механизма перемещения, что ухудшает проходимость комбайна в условиях тонких пластов;
- использование части мощности двигателя комбайна на привод механизма перемещения.

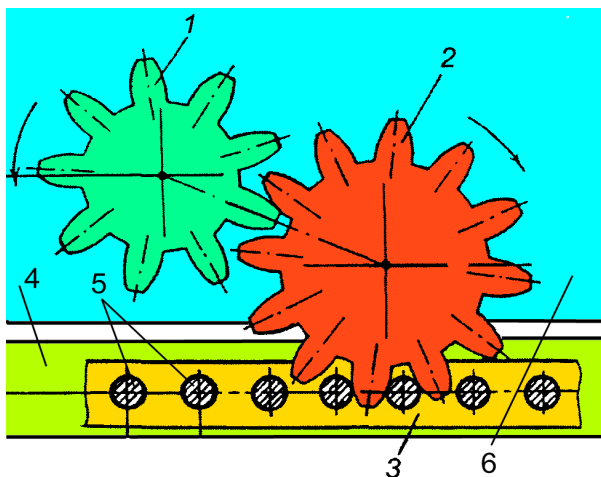
Вынесенная система перемещения узкозахватных комбайнов для тонких пологих пластов изображена на рисунке 4.2.



- I, II – привод; 1 – головка конвейера; 2 – конвейерный привод;
3 – тяговая цепь; 4 – портал; 5 – комбайн; 6 – холостая ветвь цепи;
7 – оградительно-поддерживающий желоб; 8 – исполнительные органы;
9 – лыжа; 10 – приводной электродвигатель; 11 – входной редуктор;
12 – выходной редуктор; 13 – электромагнитная муфта скольжения;
14 – приводная звездочка

Рисунок 4.2 – Вынесенная система перемещения

Встроенный механизм перемещения с цевочным зацеплением на основе жесткого тягового органа (узкозахватные комбайны SL-300, SL-500) (рисунок 4.3).



1 – зубчатое колесо; 2 – приводное колесо; 3 – рейка; 4 – конвейер;
5 – валики-цевки; 6 – комбайн

Рисунок 4.3 – Встроенный механизм перемещения

Структурная схема механизма перемещения с электрическим или гидравлическим вариатором скорости приведена на рисунке 4.4.

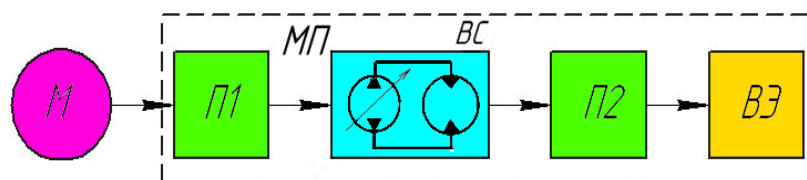


Рисунок 4.4 – Структурная схема механизма перемещения с электрическим или гидравлическим вариатором скорости

Ходовое оборудование проходческих комбайнов изображено на рисунке 4.5.

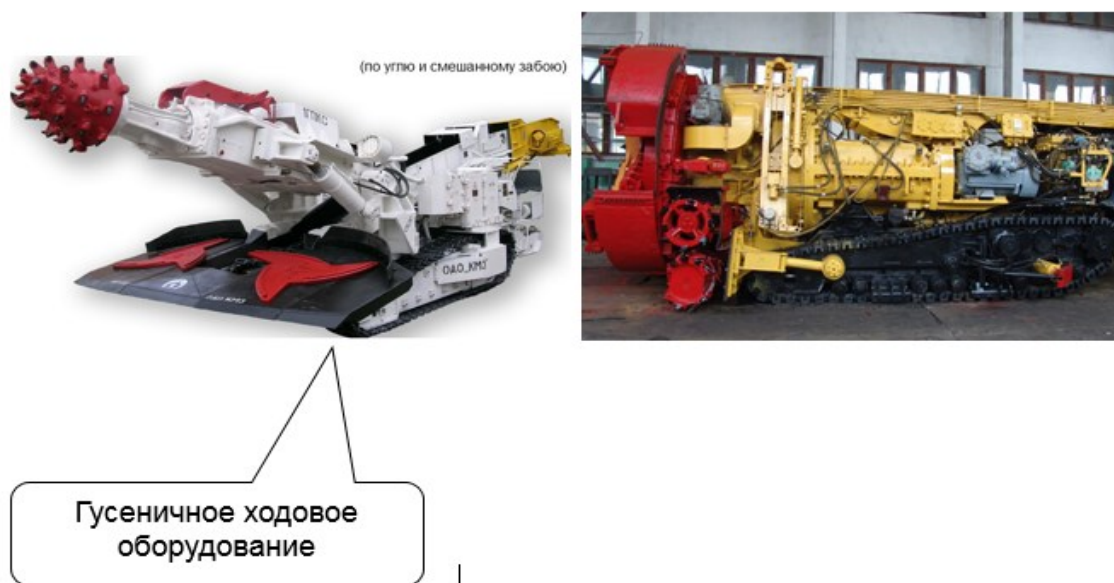


Рисунок 4.5 – Ходовое оборудование проходческих комбайнов

4.1 Скорость подачи

Скорость подачи (м/с) очистного комбайна определяется максимальной заданной производительностью:

$$v_n = \frac{Q}{B_z \cdot H_p \cdot \gamma_{об}}, \quad (4.1)$$

где Q – заданная производительность, тс;

B_z – ширина захвата исполнительного органа комбайна, м;

H_p – мощность пласта, м;

$\gamma_{об}$ – плотность, т/м³.

РАЗДЕЛ V СКРЕБКОВЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

5.1 Устройство забойных и штрековых конвейеров, их навесное оборудование

Забойные конвейеры служат для приёма и транспортирования горной массы в забоях рудников, карьеров и шахт.

Конвейеры забойные скребковые (рисунок 5.1) предназначены для транспортирования руды из очистных забоев и перемещения по ним выемочных комбайнов. Конвейеры входят в состав механизированных комплексов.



Рисунок 5.1 – Забойные конвейеры

В составе комплекса забойный конвейер обеспечивает:

- транспортировку из забоя лавы отбитой комбайном руды и перегрузку её на штрековый конвейер;
- погрузку руды с почвы лавы в процессе передвижки конвейера;
- перемещение очистного комбайна вдоль забоя (по «подборщикам» с забойной стороны и реек безцепной системы подачи комбайнов «Айкотрак» с завальной стороны);
- возможность присоединения секций механизированной крепи, передвижку их и самого конвейера;
- возможность длительной работы в реверсивном режиме;
- вырубку комбайна с выездом его за привод на полный режущий орган;
- размещение на навесном оборудовании (в специальном канале) траковой цепи для прокладки шлангопроводов и кабелей, питающих комбайн, с фиксацией в центре лавы цепи, кабелей и шлангопроводов;
- прокладку кабелей и шлангов по навесному оборудованию конвейера, с фиксацией их с помощью специального приспособления, установленного в средней части става лавы.

Для доставки каменных и бурых углей, горючих сланцев, калийных солей и других малоабразивных полезных ископаемых применяют скребковые и ленточные забойные конвейеры, а для абразивных руд и пород – главным образом вибрационные забойные конвейеры (из секционных желобов длиной 3 м, соединяемых в единый став; одна секция приводная).

В узких забоях (камерах) забойные конвейеры – ленточные, постепенно удлиняющиеся секционные (передвигают их следом за комбайном с его же помощью или лебёдками и самоходными тележками) или телескопические.

В длинных забоях забойные конвейеры, как правило, скребковые; имеют обычно постоянную длину и приспособлены для приёма полезных ископаемых от добычной машины в любой точке по длине конвейера. В таких забоях безразборные скребковые забойные конвейеры передвигают фронтально одновременно по всей длине лавы или последовательно – волнообразно вслед за проходом узкозахватного комбайна или струга. Для этой цели используют обычно гидродомкраты, укрепленные на секциях механизированных крепей или на стойках и посадочных тумбах индивидуальных крепей.

Скребковые забойные конвейеры оборудуют наклонными зачистными лемехами для погрузки на конвейер полезных ископаемых, оставшегося за комбайном; направляющими для удержания комбайна; зубчатыми рейками для бесцепных механизмов подачи комбайнов; желобами для кабелей и шлангов. Рамы скребковых забойных конвейеров используются для движения по ним выемочных комбайнов, а также в качестве базовой балки для передвижки секций механизированных крепей. Для упрощения узла передачи полезных ископаемых из лавы на штреки применяют угловые одноцепные скребковые забойные конвейеры. Для обеспечения выемки полезных ископаемых комбайнами в районе приводов забойных конвейеров последние располагают со стороны выработанного пространства или выполняют плосковерхими (для прохода по ним комбайнов), выносят приводы на штреки.

В лавах с широкозахватными комбайнами и индивидуальной крепью скребковые забойные конвейеры – разборные секционные. Для передвижки и удержания на наклонных пластах приводов скребковых забойных конвейеров, располагаемых в лавах с индивидуальной крепью, служат специальные устройства шагающего типа; при вынесенных на штреки приводах – гидропередвижки, совмещаемые с механизированными шагающими крепями сопряжений.

Штрековые конвейеры (рисунок 5.2) – обеспечивают транспортировку отбитой руды на участке от забойного конвейера к ленточному панельному конвейеру. Став конвейера может быть, как прямым, так и с изогнутым влево или вправо переходным рештаком (в случае перегруза на другой скребковый

конвейер, находящийся рядом). Конвейер может использоваться в качестве перегружателя на ленточный телескопический конвейер. Конвейеры оборудуются бортами высотой, указанной в техническом задании заказчика.



Рисунок 5.2 – Штрековые конвейеры

На бортах конвейера может располагаться энергопоезд механизированного комплекса. Приводной блок конвейера обычно устанавливается на эстакаде.

Передвижение конвейеров осуществляется при помощи устройств для передвижки конвейеров или лебёдками.

РАЗДЕЛ VI МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КРЕПИ

6.1 Классификация крепей, взаимодействие их с породами кровли

Механизированная крепь – самопередвигающаяся горная крепь длинной очистной выработки (лавы), предназначенная для сохранения её в рабочем и безопасном состоянии, обеспечивающая механизацию процессов крепления и управления кровлей и передвижение забойного оборудования. Современные механизированные крепи гидрофицированы.

Гидропривод такой крепи включает: насосы постоянной производительности 1, рабочую жидкость, трубопроводы 2, 3, распределительные и регулирующие устройства 4, гидродомкраты передвижения секций 5 и исполнительные органы крепи – гидростойки 6 (рисунок 6.1).

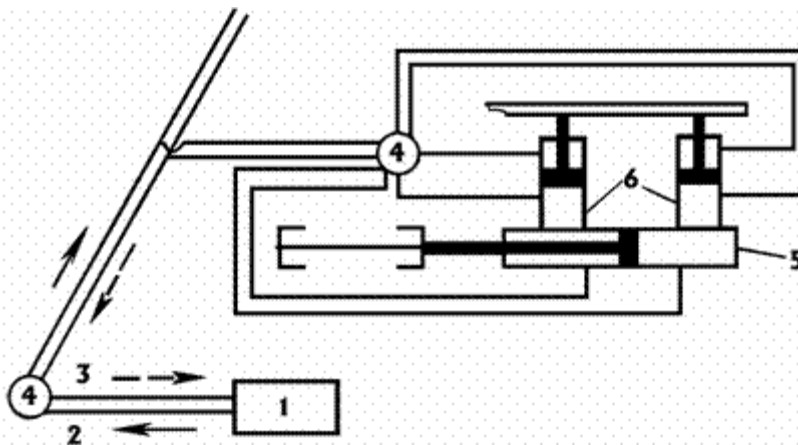


Рисунок 6.1 – Система гидропривода механизированных крепей

В качестве рабочей жидкости используется водомасляная эмульсия, состоящая из 98 % воды и 2 % специальной присадки.

В качестве критерия классификации механизированных крепей по разным признакам приняты:

- по способу взаимодействия с боковыми породами;
- по схеме передвижки секций;
- по наличию кинематических связей между элементами крепи и другими машинами комплекса.

Механизированные крепи по характеру взаимодействия с боковыми породами подразделяются на: поддерживающие, оградительные, поддерживающе-оградительные и оградительно-поддерживающие (рисунок 6.2).

Тип крепи			
поддерживающая	поддерживающе-оградительная	оградительно-поддерживающая	оградительная
<p>$L_{o2} = 0$</p>	<p>$L_n > L_{o2}$</p>	<p>$L_n < L_{o2}$</p>	<p>$L_n = 0$</p>

Рисунок 6.2 – Механизированные крепи по характеру взаимодействия с боковыми породами

К первому типу относятся крепи, поддерживающие породы в пределах всего рабочего пространства очистного забоя.

Оградительные крепи защищают рабочее пространство от проникновения в него обрушенных пород.

Поддерживающе-оградительные крепи в основном поддерживают породы кровли в очистном пространстве, а оградительная часть препятствует проникновению обрушенных пород кровли со стороны выработанного пространства.

Передвижка механизированных крепей может осуществляться по следующим схемам:

- фланговая схема, когда передвижка осуществляется поочередно вслед за продвижением комбайна;
- фронтальная схема – передвижка осуществляется одновременно по всей длине забоя;
- групповая схема – передвижка секций в «шахматном» порядке, через одну.

Схема передвижки секций зависит как от их конструктивных особенностей, так и от конкретных горно-геологических условий.

По кинематическим связям механизированные крепи разделяются на комплектные и агрегатные.

Комплектные крепи не имеют связей между комплектами и забойным конвейером.

Агрегатные крепи имеют силовые связи между собой и с забойным конвейером.

Более маневренными, мобильными, легко заменяемыми, независимыми являются комплектные крепи. Но они менее устойчивы и требуют дополнительных операций по передвижке конвейера.

Механизированные крепи поддерживающего типа являются агрегатными или комплектными. Оградительные, оградительно-поддерживающие и поддерживающе-оградительные крепи являются в основном агрегатными.

Кроме того, механизированные крепи подразделяются на крепи с «резервированием хода» на шаг передвижки (готовые передвинуться к конвейеру и затем передвинуть его) и «без резервирования хода» (готовые передвинуть конвейер, а затем передвинуться к забою). У последних, как правило, имеются выдвижные верхняки, осуществляющие временное крепление свежих обнажений.

Применение тех или иных типов механизированных крепей зависит, прежде всего, от категории пород кровли и почвы по устойчивости и обрушаемости, а также от угла падения пласта.

К механизированным крепям предъявляются следующие требования:

- надежное обеспечение поддержания кровли в призабойном пространстве;
- управление кровлей со стороны выработанного пространства очистного забоя;
- защита призабойного пространства от проникновения обрушенных пород;
- механизированная передвижка конвейера как вслед за продвижением комбайна, так и одновременно по всей длине лавы;
- скорость передвижки крепи должна быть не менее скорости движения комбайна;
- обеспечение свободного прохода для людей шириной не менее 0,7 м и высотой 0,4 м.

Механизированная крепь состоит из следующих основных элементов:

- поддерживающие – перекрытие кровли пласта, поддерживающее ее и предотвращающее высыпание пород в призабойном пространстве;
- несущие – гидравлические стойки одинарной или двойной раздвижности;
- опорные – цельное основание секций или опоры несущих гидравлических стоек;
- защитные или оградительные, предотвращающие попадание со стороны выработанного пространства обрушенной породы;
- гидродомкраты передвижки и управления перекрытиями.

Поддерживающие элементы крепи выполнены в виде цельнометаллического перекрытия с рессорными консолями, с выдвижными верхняками и опорами, поддерживающими верхнюю пачку пласта от обрушения.

Несущие элементы – гидравлические стойки. Механизированные крепи могут быть одностоечными, рамными и кустовыми. В зависимости от числа рядов стоек они бывают однорядными, двухрядными и трехрядными.

На тонких и средней мощности пологих и крутых пластах рекомендуется применять крепи двойной гидравлической раздвижности и постоянного сопротивления. При распоре такой стойки вначале выдвигается первая ступень, затем вторая. В момент распора реакция стоек составляет 100-400 кН. По мере роста внешней нагрузки реакция возрастает до рабочего сопротивления.

Давление, при котором срабатывает предохранительный клапан и происходит эффект податливости, составляет около 50 МПа.

Предохранительный клапан служит для обеспечения заданного сопротивления стоек сближающимся боковым породам, а также для предохранения основных элементов крепи от перегрузки.

Гидродомкраты механизированных крепей выполняют функции по передвижению секций, базовых элементов, конвейера, выдвигаемых или подвижных элементов перекрытия и др. По характеру работы гидродомкраты бывают одностороннего и двустороннего гидравлического действия. По характеру конструкции – одинарной и двойной раздвижности. Наибольшее применение нашли гидродомкраты одинарной раздвижности. Раздвижность гидродомкрата равна ширине захвата выемочной машины или кратна ей.

Индивидуальная крепь предусматривает стойку и верхняк (рисунок 6.3).

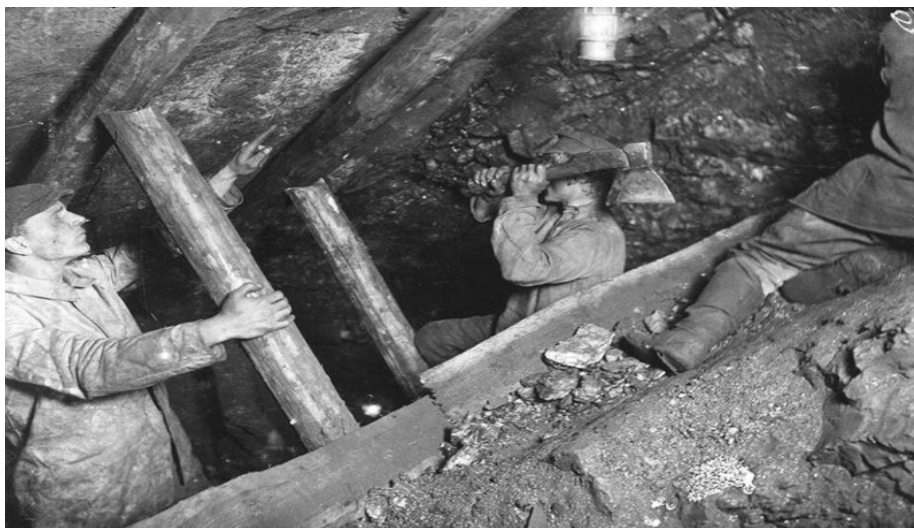


Рисунок 6.3 – Индивидуальная крепь

На первом этапе развития крепей в качестве индивидуальной крепи использовалось дерево, которое применяется и до сих пор на некоторых шахтах на крутых пластах. В дальнейшем деревянная крепь была заменена металлической индивидуальной крепью.

Гидростойка используется для подъема верхнего перекрытия (распор стойки) и его опускания (разгрузка стойки), а также для регулирования высоты секции по вынимаемой мощности пласта.

Секции крепи или комплекты располагаются по всей длине очистного забоя, они активно поддерживают породы кровли в рабочем призабойном пространстве очистного забоя и управляют горным давлением. По мере выемки угля секции крепи передвигаются к забою в определенной последовательности.

Секция механизированной крепи (рисунок 6.4) – это элемент крепи, сохраняющий свою целостность при передвижении и состоящий обычно из основания, гидравлических стоек (до шести стоек в секции), связанных перекрытием у кровли пласта, гидродомкратов передвижения (одного или двух), блока управления потоком рабочей жидкости и гидрокommunikаций. Секция имеет оградительный элемент, защищающий рабочее пространство от проникновения в него обрушенной породы кровли.



Рисунок 6.4 – Секция механизированной крепи

Различают: линейные секции крепи, расположенные по длине забоя, концевые секции крепи, имеющие отличную от линейных конструкцию.

Выполняемые линейными секциями крепи операции:

- разгрузка (снятие распора) гидростоек;
- передвижение секции;
- распор гидростоек;
- передвижение забойного конвейера;
- поддержание пород кровли.

Гидростойка (рисунок 6.5) – основной опорный элемент механизированной крепи, воспринимающий горное давление и передающий его на почву пласта через основание секции (а при отсутствии основания – через нижние опорные поверхности стоек).



Рисунок 6.5 – Гидростойка одинарной гидравлической раздвижности без донного клапана

По характеру раздвижки и области применения различают гидростойки:

- с одинарной гидравлической раздвижностью;
- с двойной гидравлической раздвижностью (посредством двух телескопически раздвигающихся гидроцилиндров), применяемые в условиях тонких пластов, когда невозможно обеспечить одинарную раздвижностью;
- в некоторых случаях применяется тройная гидравлическая раздвижностью (крепь для мощных пластов 4-6 м).

Отношение высоты стойки в раздвинутом положении к ее высоте в исходном положении определяет коэффициент раздвижности стойки, который у телескопических гидростоек значительно выше, чем у стоек с одинарной раздвижностью

Для систем гидропривода механизированных крепей выпускаются насосные станции СНУ5 (рисунок 6.6).



Рисунок 6.6 – Насосные станции СНУ5

Предназначены для питания гидросистем механизированных крепей очистных комплексов и агрегатов, в которых в качестве рабочей жидкости применяется водоземulsion.

Насосная станция СНУ5 состоит из двух главных насосов ВНР32/20 радиально-плунжерного типа, подпиточного шестеренного насоса, бака для рабочей жидкости, регулятора производительности станции, автомата разгрузки, реле контроля давления подпитки, реле контроля уровня жидкости в баке, блока фильтров для очистки рабочей жидкости, гидропневматических и гидравлических аккумуляторов, плиты, на которой собрана станция.

РАЗДЕЛ VII МАШИНЫ ДЛЯ ПРОХОДЧЕСКИХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

7.1 Проходческие комбайны, их конструктивные особенности

По назначению все проходческие комбайны делятся на две основные группы:

- комбайны для проведения выработок по мягким породам с $f < 4-5$ (П);
- комбайны для проведения выработок по породе с $f > 5$ (П).

Конструкция проходческого комбайна в основном определяется его назначением, выбранным способом обработки забоя и типом исполнительного органа.

По способу отработки забоя современные отечественные конструкции делятся на три типа:

- 1) фронтальные;
- 2) фланговые;
- 3) избирательные.

Фронтальные – которые обрабатывают одновременно всю площадь забоя (рисунок 7.1).

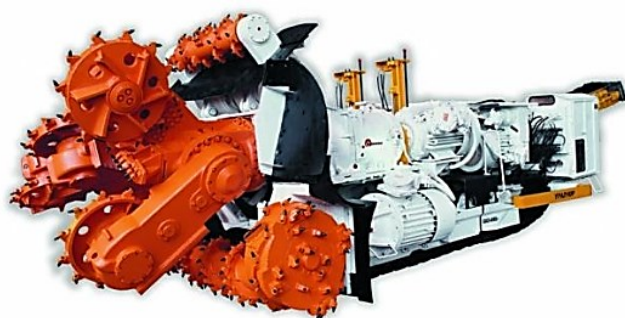


Рисунок 7.1 – Проходческие комбайны фронтальные

Проходческие комбайны бурового действия предназначены для проведения подготовительных выработок круглой формы сразу на полное сечение. Их часто называют роторными комбайнами. При наличии дополнительного оборудования (бермовых фрез) ими можно проводить выработки арочного сечения.

Планетарные исполнительные органы проходческих комбайнов имеют различное конструктивное исполнение, обеспечивающее, как правило, рабочему инструменту два вращательных движения – относительное и переносное, при этом исполнительный орган разрушает забой.

Проходческие роторные комбайны *фланговые* (рисунок 7.2), обрабатывающие забой снятием слоя породы по всей его ширине или высоте при фланговом или вертикальном перемещении исполнительного органа.



Рисунок 7.2 – Проходческие комбайны фланговые

Избирательные – которые могут проходить выработки любой формы с селективной выемкой руды и породы (рисунок 7.3). При этом схема обработки определяется горно-геологическими и горнотехническими факторами.

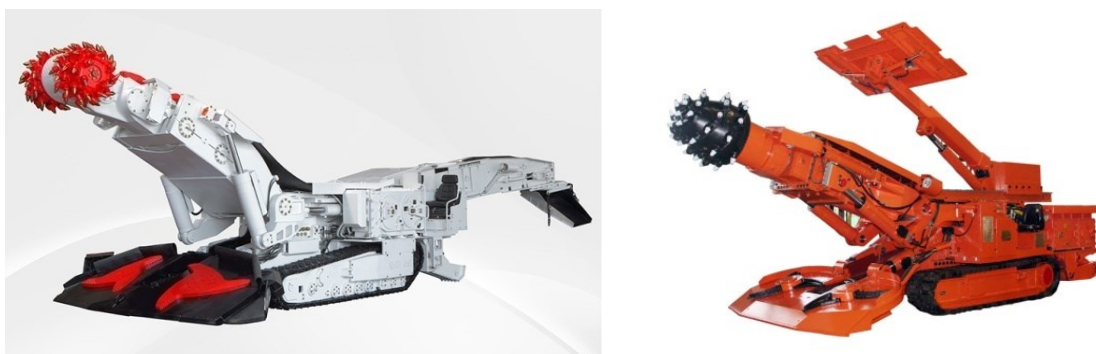


Рисунок 7.3 – Проходческие комбайны избирательные

Отличительные особенности этой группы комбайнов: возможность избирательной обработки забоя (раздельная выемка полезного ископаемого и породы при проведении выработки по пласту полезного ископаемого с присечкой боковых пород), возможность проведения одним комбайном выработок с поперечными сечениями различной формы и размеров без переналадки исполнительных органов, а также относительная простота их конструкции по сравнению с буровыми комбайнами предопределили широкое применение этих комбайнов в промышленности.

Комбайн проходческий ПКС-8М и его модификации (рисунок 7.4) предназначены для проведения горных выработок арочной формы сечением 8 м² с углом наклона $\pm 15^\circ$ по соляным породам с реологической сопротивляемостью резанию до 450Н/мм.

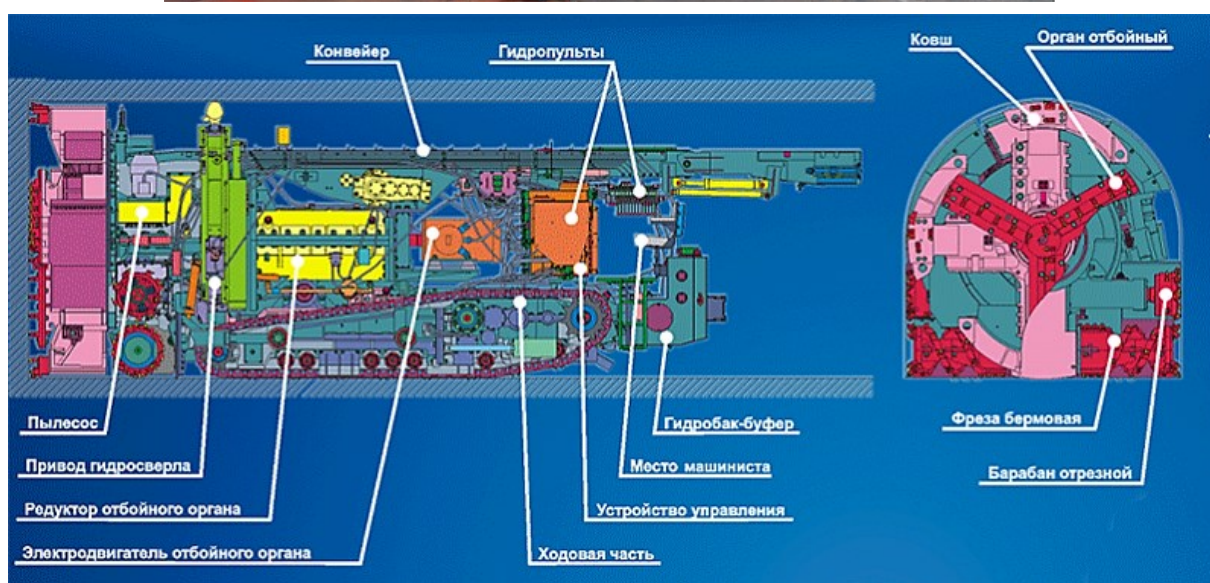


Рисунок 7.4 – Комбайн проходческий ПКС-8М

Областью применения комбайна являются капитальные, подготовительные и очистные выработки калийных рудников, в которых возможно образование взрывоопасной газовой смеси 1 категории группы Т1 (метан) в соответствии с ГОСТ 12.1.011-78, в том числе выработки, проходимые по пластам, опасным по газодинамическим явлениям. Комбайн может применяться при расширении пройденной выработки.

Комбайн изготавливается в климатическом исполнении «У» (макроклиматический район с умеренным климатом) для категории размещения 5 (в шахте) согласно ГОСТ 15150-69.

Комбайн является составной частью проходческо-очистного комплекса, включающего также самоходный вагон типа 5ВС-15М и бункер-перегрузатель БП-14М.

Комбайн представляет собой самоходную машину, все сборочные единицы которой смонтированы на ходовой части. Комбайн оснащен

электроприводом, гидроприводом, электрооборудованием и работает в одном из двух режимов: ручном; полуавтоматическом. В ручном режиме управления обеспечивается выполнение следующих операций:

- подъем, опускание отбойного органа;
 - подъем, опускание скребков бермовых фрез;
 - выдвижение, втягивание гидроцилиндров левого и правого, переднего и заднего распоров;
 - выдвижение, втягивание гидроцилиндров складывания конвейера;
- переключение скорости комбайна на маневровый или рабочий режим.

В полуавтоматическом режиме управления обеспечивается выполнение следующих операций:

- перемещение ходовых тележек при зарубке, рабочем и маневровом ходе комбайна;
- выдвижение и втягивание сверла бурильной установки.

Разрушение забоя производится отбойным органом, бермовыми фрезами и отрезными устройствами, входящими в привод отбойного органа.

Отбойный орган обрабатывает круглую часть забоя, а бермовые фрезы и отрезные устройства придают забою арочную форму и обрабатывают бермовую дорожку, служащую опорой для гусениц. Отбойный орган получает вращение от привода отбойного органа и резцами разрушает забой.

Привод отбойного органа шарнирно соединен с ходовой частью при помощи оси и гидроцилиндров подъема. Такое соединение позволяет поднимать и опускать отбойный орган, бермовые фрезы и отрезные устройства. Отбитая горная масса подгребается скребками и перемещается шнеками бермовых фрез под ковши, которые перегружают ее на конвейер. Конвейер крепится болтами на верхних площадках привода отбойного органа. К корпусу редуктора привода отбойного органа одним концом крепятся гидроцилиндры, которые своим штоком соединены со скребками ходовой части и могут поднимать и опускать их на 250 мм над бермовой дорожкой. К переднему торцу корпуса редуктора привода отбойного органа прикрепляется отгораживающий щит.

Подача комбайна на забой осуществляется ходовой частью. Гусеничные ходовые тележки получают вращение от гидродвигателей.

Применение редукторов гусеничных тележек с гидродвигателем позволяет осуществлять плавное регулирование скорости подачи на забой. Для работы комбайна на маневровой скорости осуществляется переключение муфт редукторов гусеничного хода. На корпусе редуктора привода отбойного органа установлен станок буровой, посредством которого производится бурение дегазационных скважин в кровле выработки.

Ходовая часть комбайна предназначена для подачи комбайна на забой во время проходки выработки, отгона комбайна из выработки и для осуществления маневров машиной. Ходовая часть, состоит из рамы комбайна (рисунок 7.5), гусеничных тележек правой и левой (рисунок 7.6), привода правого и левого скребков.

Основные узлы комбайна ПКС показаны на рисунках 7.6 – 7.13.

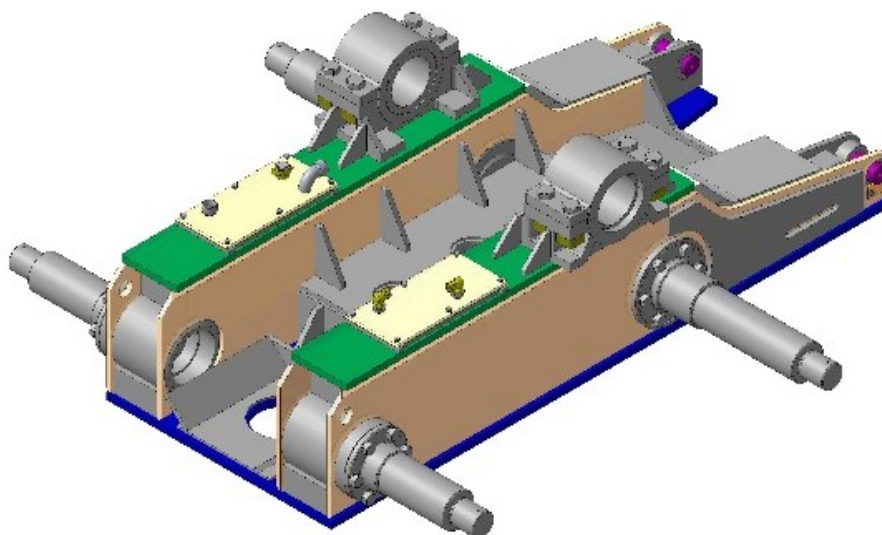


Рисунок 7.5 – Рама комбайна

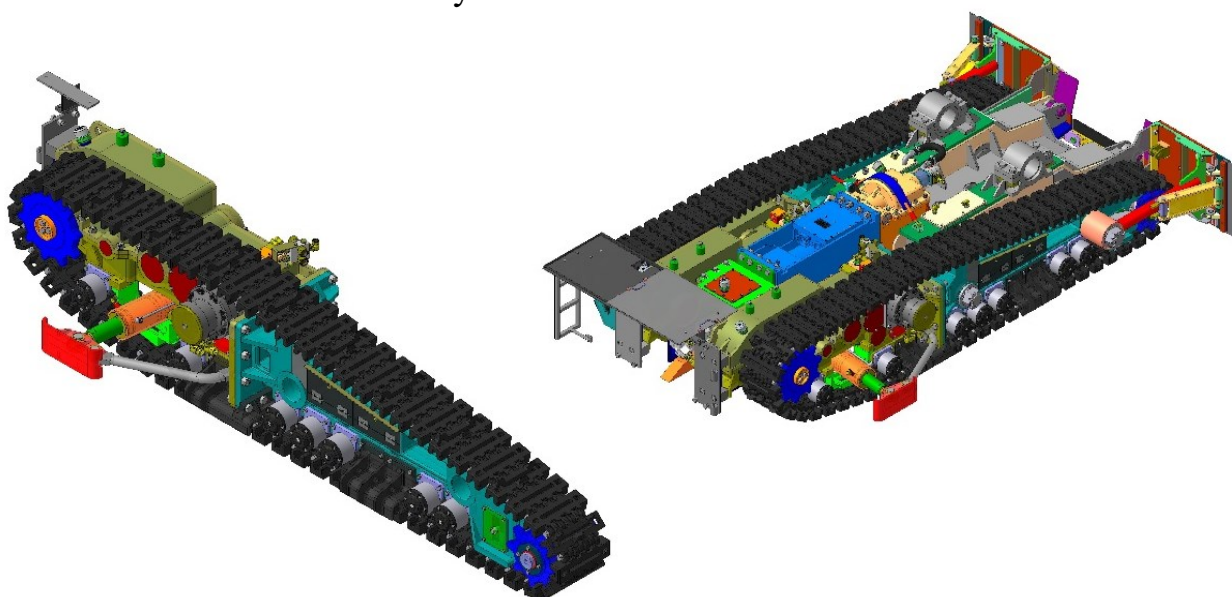


Рисунок 7.6 – Ходовая часть комбайна

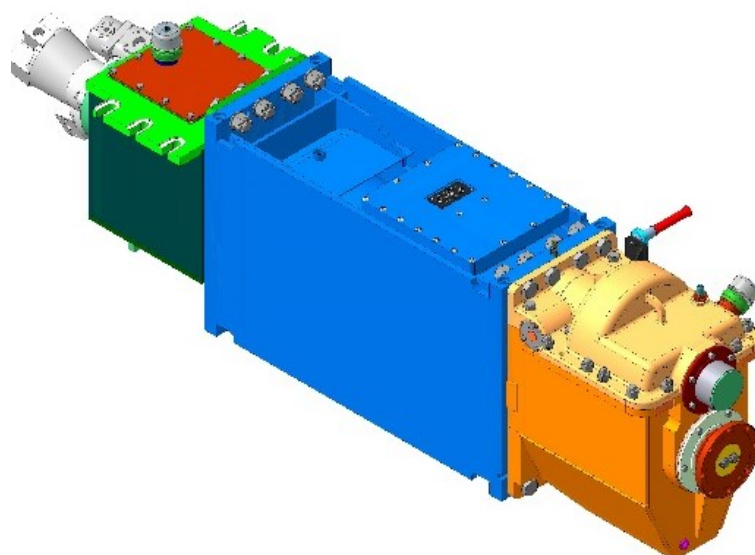


Рисунок 7.7 – Привод бермовых фрез и маслонасосов

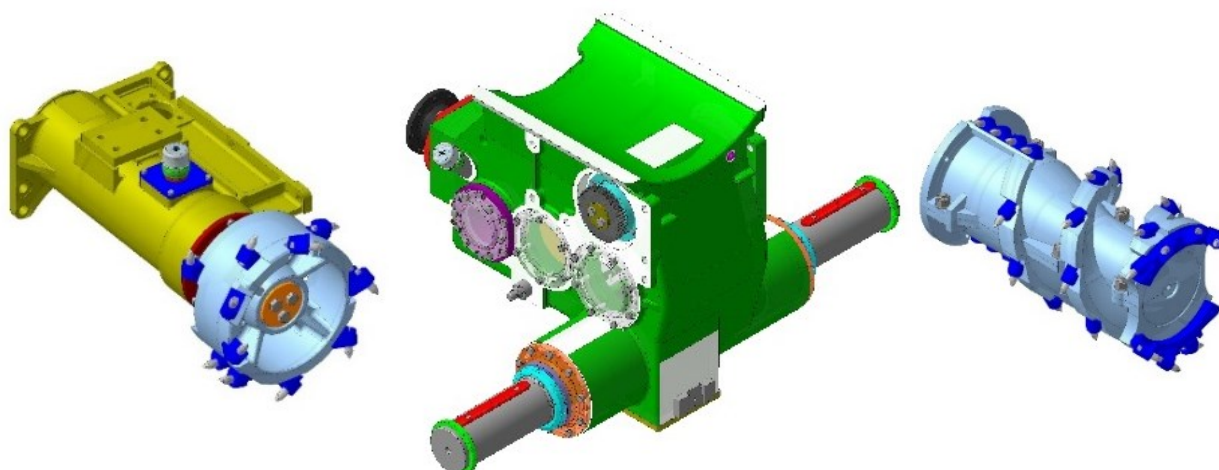


Рисунок 7.8 –Редуктор бермовых фрез и отрезных барабанов

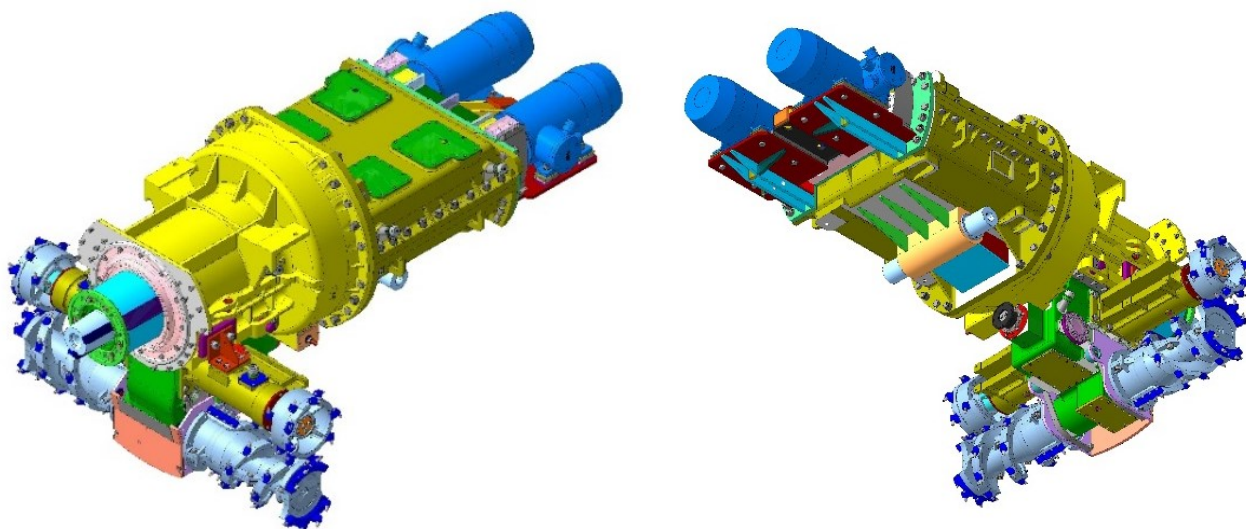


Рисунок 7.9 – Привод исполнительного органа

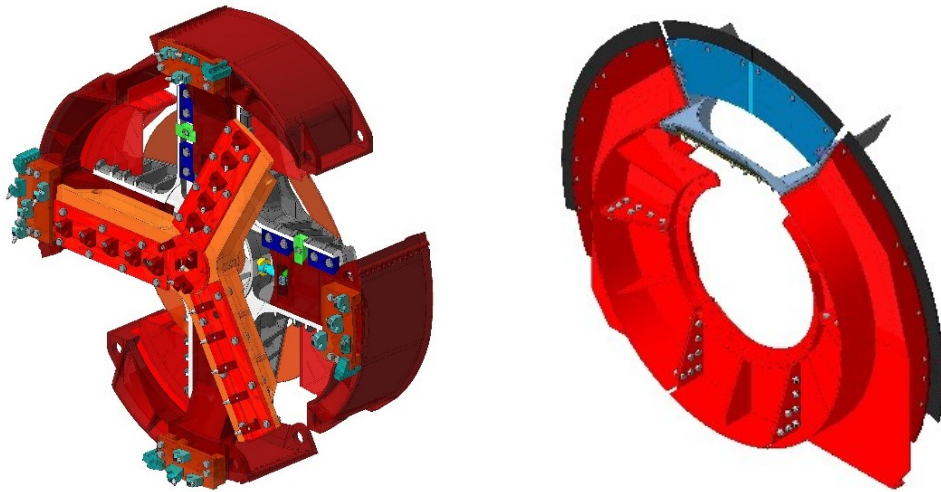


Рисунок 7.10 – Отбойный орган и щит

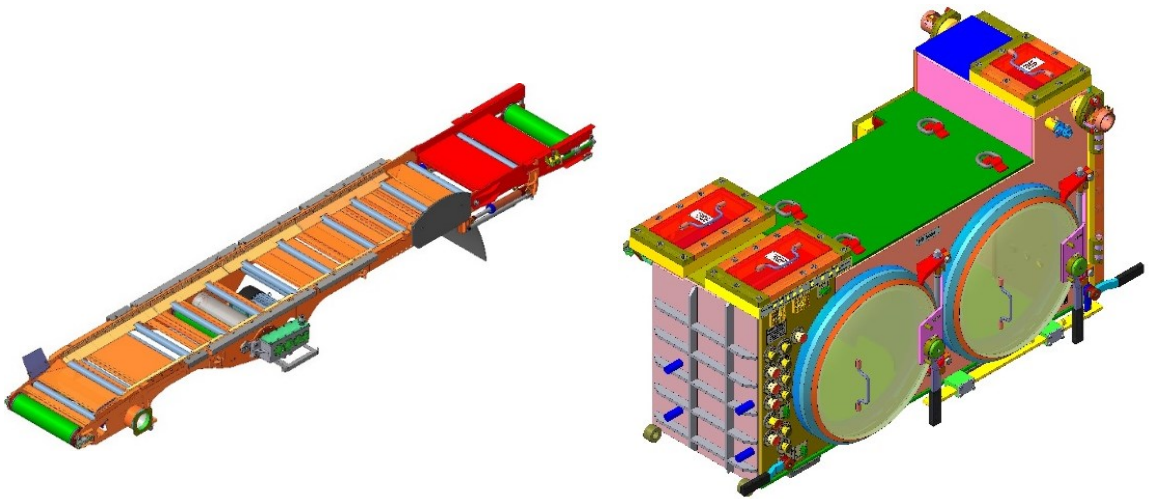


Рисунок 7.11 – Конвейер и станция управления

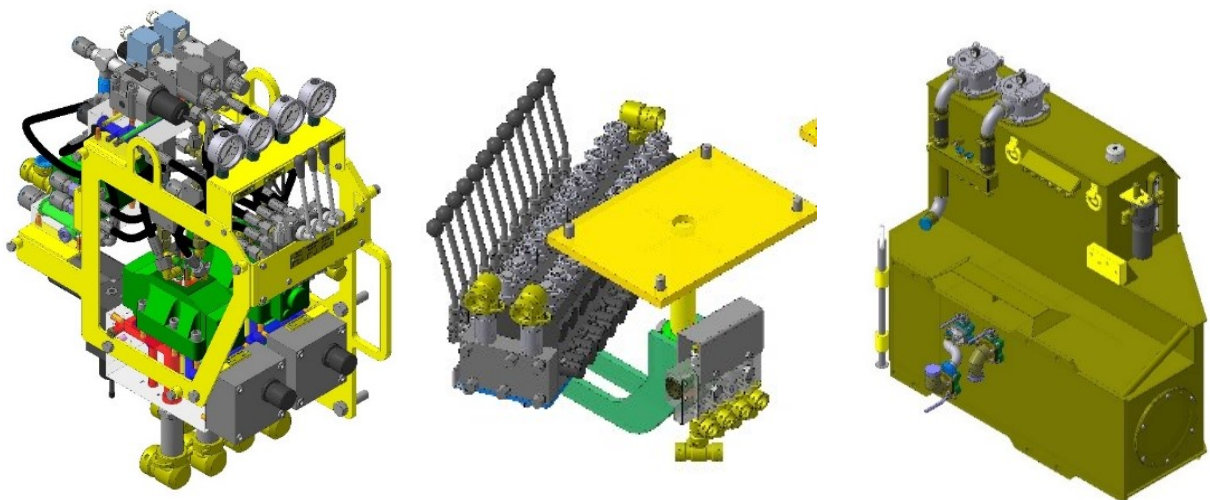


Рисунок 7.12 – Гидропульт, гидроблок распределителей и гидробак-буфер

Гидросистема комбайна обеспечивает выполнение операций в полуавтоматическом и ручном режиме управления.

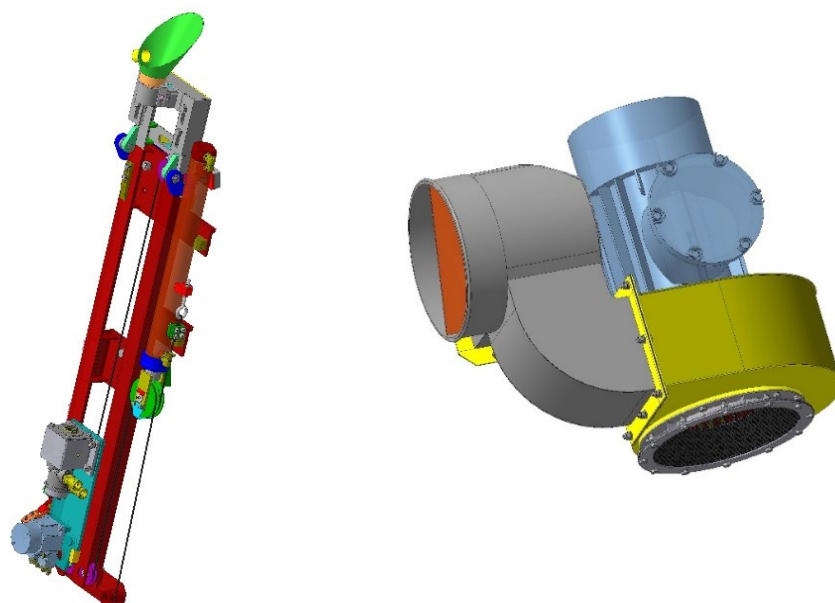


Рисунок 7.13 – Станок для бурения шпуров и вентилятор

Электрическая схема комбайна обеспечивает его нормальную работу в комплексе с бункером-перегрузателем БП-14М в ручном и полуавтоматическом режимах.

Комбайн проходческий КИД-220 (рисунок 7.14) предназначен для разрушения горного массива, уборки и транспортировки разрушенной горной массы при проходке подготовительных выработок арочной, трапециевидной и прямоугольной формы сечением от 11 до 35 м² в проходке с углом наклона $\pm 12^\circ$ по угля и смешанному забою с максимальным пределом прочности пород при одноосном сжатии $\sigma_{сж.} \leq 100$ МПа ($f \leq 7$) и образованностью пород до 15 мг, в шахтах опасных по газу и пыли, в том числе на выбросоопасных пластах в безопасных зонах, установленных прогнозом, или после проведения противовыбросных мероприятий и получения положительных результатов контроля их эффективности.



Рисунок 7.14 – Комбайн проходческий КИД-220

Основные узлы комбайна КИД-220 показаны на рисунках 7.15 – 7.21.

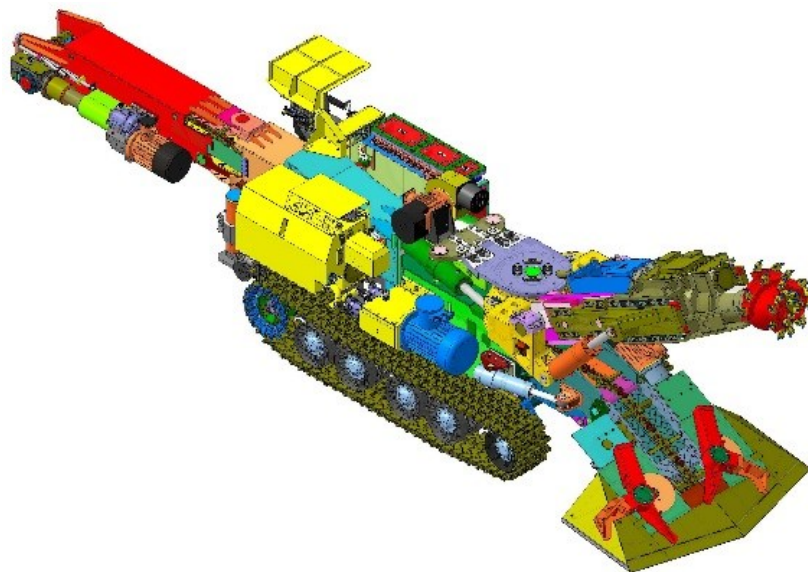


Рисунок 7.15 – Комбайн проходческий КИД-220

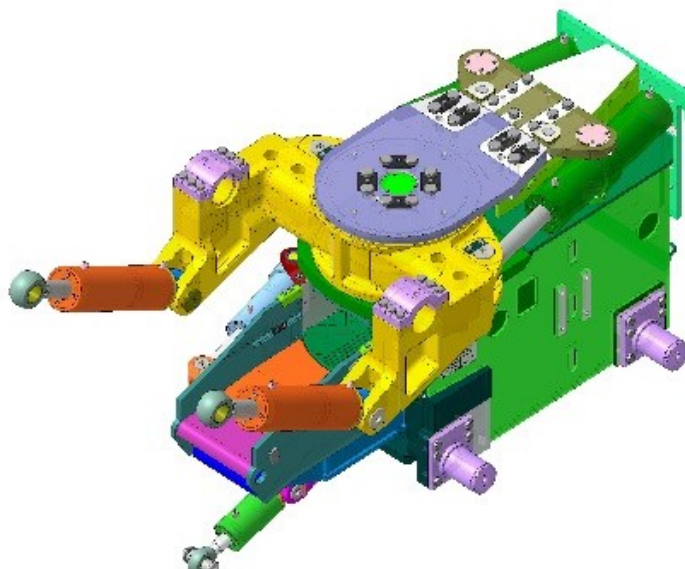


Рисунок 7.16 – Корпус комбайна

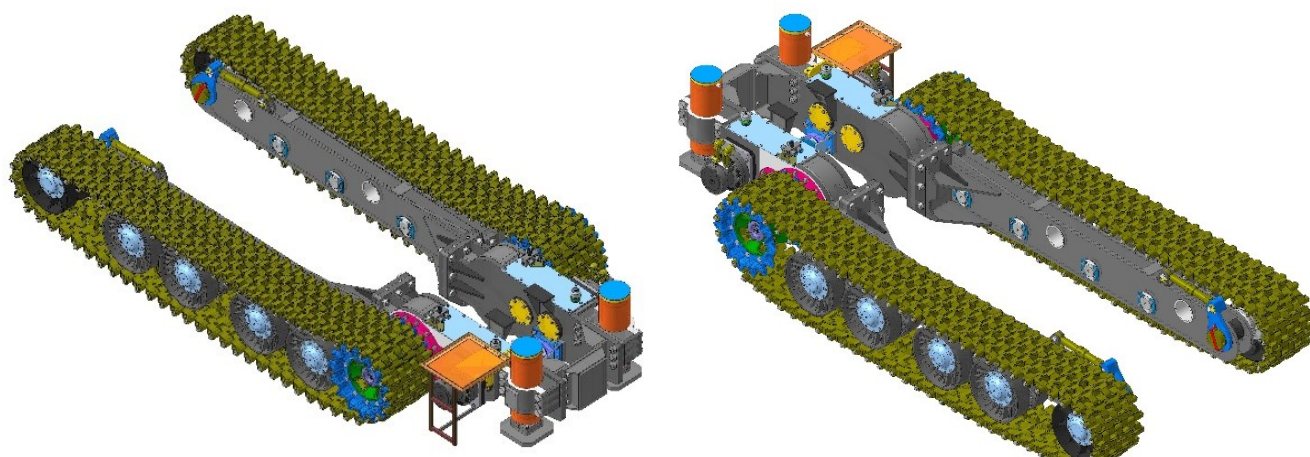


Рисунок 7.17 – Ходовая часть

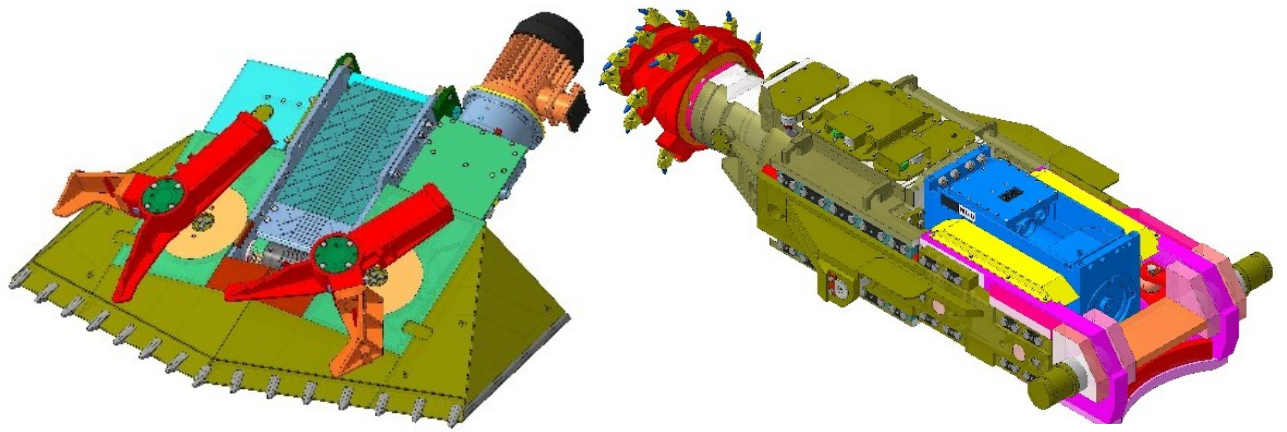


Рисунок 7.18 – Питатель и орган исполнительный

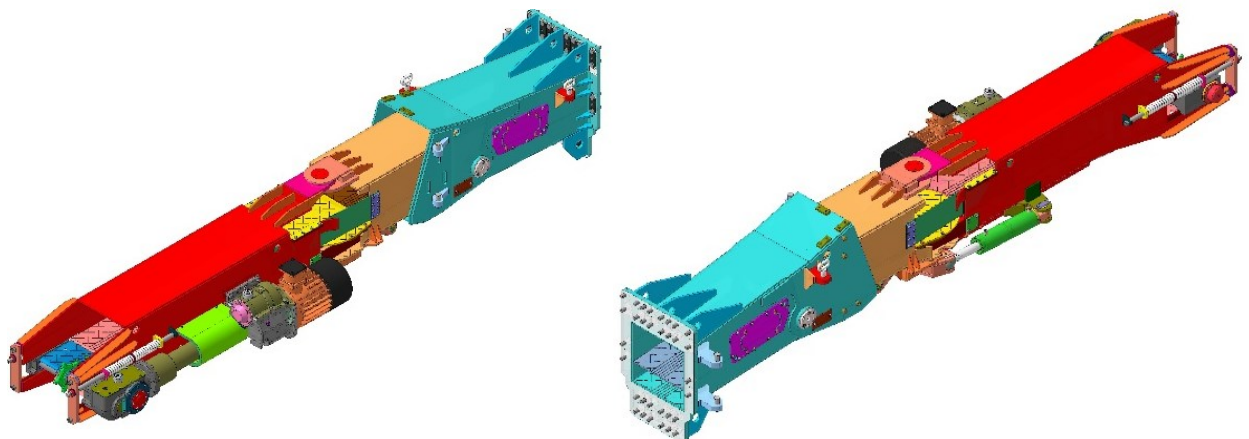


Рисунок 7.19 – Конвейер

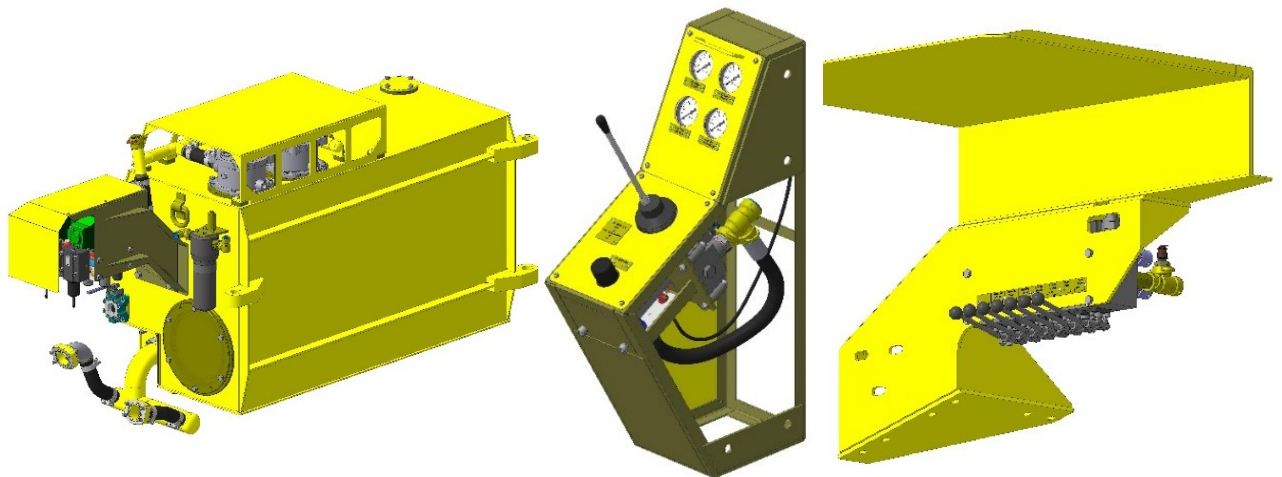


Рисунок 7.20 – Гидробак, пульт управления и панель управления

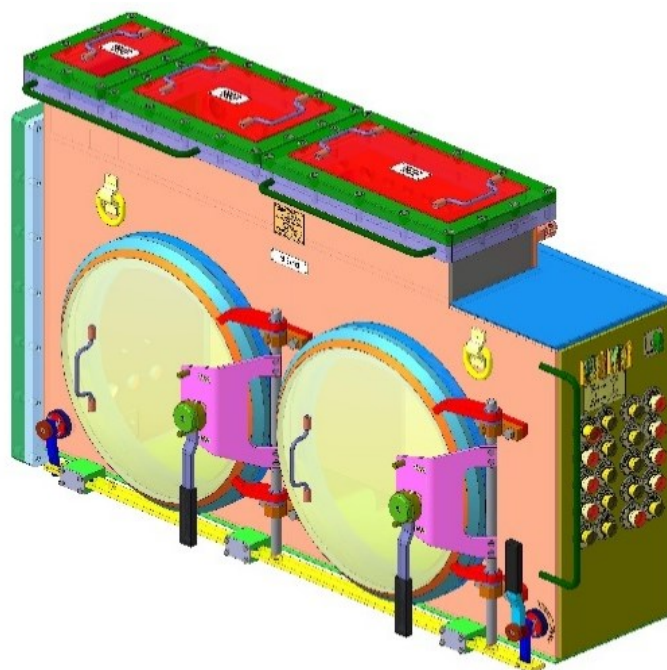


Рисунок 7.21 – Станция управления комбайном

Бункеры перегружатели и самоходные вагоны (рисунок 7.22). Для приёма руды от комбайна, временного накопления её и перегрузки в самоходный вагон предназначен бункер-перегрузатель. Установленный сразу за комбайном, он даёт возможность в определённых пределах непрерывно отделять руду от массива благодаря накоплению её во время рейса самоходного вагона.



Рисунок 7.22 – Бункер перегружатель

Высокая скорость разгрузки бункера-перегрузателя позволяет сократить время простоя самоходного вагона при его разгрузке.

Бункеры-перегрузатели БП-14М входят в состав проходческих комплексов машинной добычи калийных руд, состоящих из комбайнов типа ПКС-8М, КРП-3-660/1140, «Урал-10А», «Урал-61» и самоходных вагонов типа ВС17, ВС17В, 5ВС-15М, и предназначены для обеспечения непрерывной

работы комбайновых комплексов в автоматическом режиме управления в выработках с углами наклона ± 12 градусов.

Самоходный вагон – транспортное средство, предназначенное для перемещения руд и пород в шахтах. Представляет собой бункер (кузов) на четырёхколёсном (реже шести- или восьмиколёсном) шасси (шарнирном или жёстком) с пневматическими шинами. Основная особенность конструкции – наличие в бункере (кузове) донного скребкового двух цепного (реже четырёх цепного) конвейера для распределения груза в кузове при загрузке его погрузочными машинами, перегружателями и т.п. и разгрузке на конечных пунктах. Выпускаются модификации вагона грузоподъёмностью от 2 до 25 т с постоянной и регулируемой высотой разгрузки. Самоходный вагон может передвигаться по горным выработкам с углом наклона до $12-15^\circ$ без разворотов (челночно).

По типу привода различают самоходные вагоны: электрические (питание постоянным током по кабелю, по троллейным проводам или от аккумуляторов либо переменным током по кабелю); дизельные (с механической, гидравлической или электрической трансмиссией) в рудничном нормальном или рудничном взрывобезопасном исполнении. Кабель питания с тремя (постоянный ток) или пятью (переменный ток) жилами наматывается на барабан, оснащённый кабелеукладчиком. Расстояние транспортирования определяется длиной кабеля и не превышает 350-400 м.

Самоходные вагоны (рисунок 7.23) делятся на следующие типы:

- по назначению – на угольные, рудные, для вспомогательных грузов и пассажирские;
- по грузоподъёмности – на лёгкие (до 5 т), средние (5-15 т) и тяжёлые (свыше 15 т);
- по способу разгрузки – на вагоны донным конвейером и с опрокидывающимся кузовом;
- по исполнению ходовой части – на пневмоколёсные, гусеничные и колёсно-рельсовые;
- по типу привода – на электрические, пневматические и дизельные.

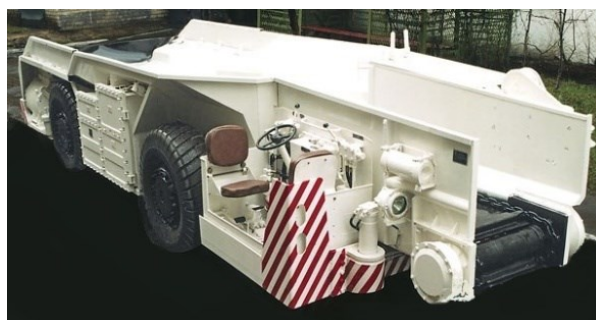


Рисунок 7.23 – Самоходный вагон

Выбор типоразмера вагонов, используемых во время проходки узких выработок небольшой длины, обуславливается техническими характеристиками комплекса, принятого для механизации работ в подготовительном забое.

Вагон применяется в проходческих и проходческо-очистных комплексах совместно с ПКС-8МА, «Урал 10А», «Урал 20А», «Урал 60А», «Урал 70», 4ПП-2СМ, бункерами-перегрузателями типа БП-14А (БП-3А), погрузочными машинами типа ПНБ и ППМ и является средством призабойного транспорта.

7.2 Машина врубовая баровая МВБ-140

Машина врубовая баровая МВБ-140 предназначена для нарезки компенсационных щелей под любым углом по периметру горизонтальных и наклонных не более $\pm 15^\circ$ горных выработок, высотой 2,6-3,0 м, проветриваемых свежей струей, при сопротивляемости пород резанию до $A_p = 450$ Н/мм.

Областью применения машины являются калийные рудники, в которых возможно образование взрывоопасной газовой смеси 1 категории группы Т1 (метан) по ГОСТ 12.1.011-78, в том числе выработки, проходимые по пластам с углом падения не более $\pm 3^\circ$ и крепостью пород не более 5 по шкале проф. М.М. Протоdjeяконова.

Машина врубовая баровая МВБ-140 изготавливается в климатическом исполнении У (макроклиматический район с умеренным климатом) для категории размещения 5 (в шахте) согласно ГОСТ 15150-69. Машина (рисунок 7.24) состоит из органа исполнительного, соединенного с ходом гусеничным посредством кронштейна, обеспечивающего подъем, опускание и поперечное перемещение исполнительного органа, ходовой части, электрической и гидравлической систем, основное оборудование которых расположено на раме гусеничного хода.

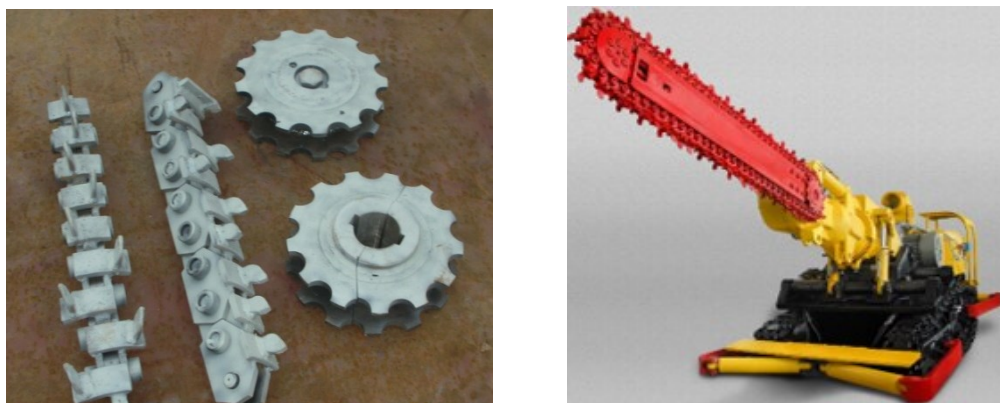


Рисунок 7.24 – Машина врубовая баровая МВБ-140

Для нарезки компенсационных щелей под разными углами в горизонтальной и вертикальной плоскости в конструкции машины предусмотрены следующие механизмы:

- механизм заводки бара;
- механизм поворота бара относительно продольной оси редуктора исполнительного органа;
- механизм подъема (опускания), а также поперечного перемещения исполнительного органа.

Все перечисленные перемещения исполнительного органа осуществляются гидроцилиндрами, а поворот бара относительно продольной оси машины – гидродвигателем.

Машина производит нарезку компенсационных щелей баровым исполнительным органом, режущим элементом которого является цепь, движущаяся в жестком направляющем пазу бара.

Ход гусеничный осуществляет перемещение машины в рабочем и маневровом режимах. Привод гидрооборудования машины производится насосной станцией, расположенной на раме ходовой части. Управление машиной осуществляется с рабочего места машиниста, расположенного на буфере с левой стороны машины.

Для работы на пластах, склонных к интенсивному пылеобразованию в конструкции машины предусмотрена вентиляционная установка, подающая воздух в зону резания для обеспечения улучшенного обзора и снижения запыленности.

7.3 Машины почвоподдирочные

Машины почвоподдирочные (рисунок 7.25) предназначена для поддирки, выравнивания и зачистки почвы горизонтальных и наклонных до $+12^\circ$ горных выработок на пластах калийных руд с сопротивляемостью резанию до $A = 450$ н/мм.



Рисунок 7.25 – Машины почвоподдирочные

На раме крепятся все основные сборочные единицы машины. При помощи гидроцилиндров рама конвейера может быть опущена вниз и поднята вверх на ± 110 мм относительно уровня почвы, что позволяет управлять движением машины в вертикальной плоскости. Машина оборудована электрической и гидравлической системами. Управление машиной осуществляется из кабины, в которой находится пульт управления. Кабина установлена на передней части конвейера.

Машина работает в комплексе с самоходным вагоном. В транспортной цепочке может быть использован и бункер-перегрузатель.

Конвейер служит для транспортировки отбитой горной массы и погрузки ее в бункер-перегрузатель или самоходный вагон. Конвейер состоит из задней и передней рам, хвостовой части, цепи со скребками и привода цепи.

Гусеничный ход обеспечивает подачу машины вперед (режим поддирки), перемещение во время холостого перегона, а также поворот и разворот машины.

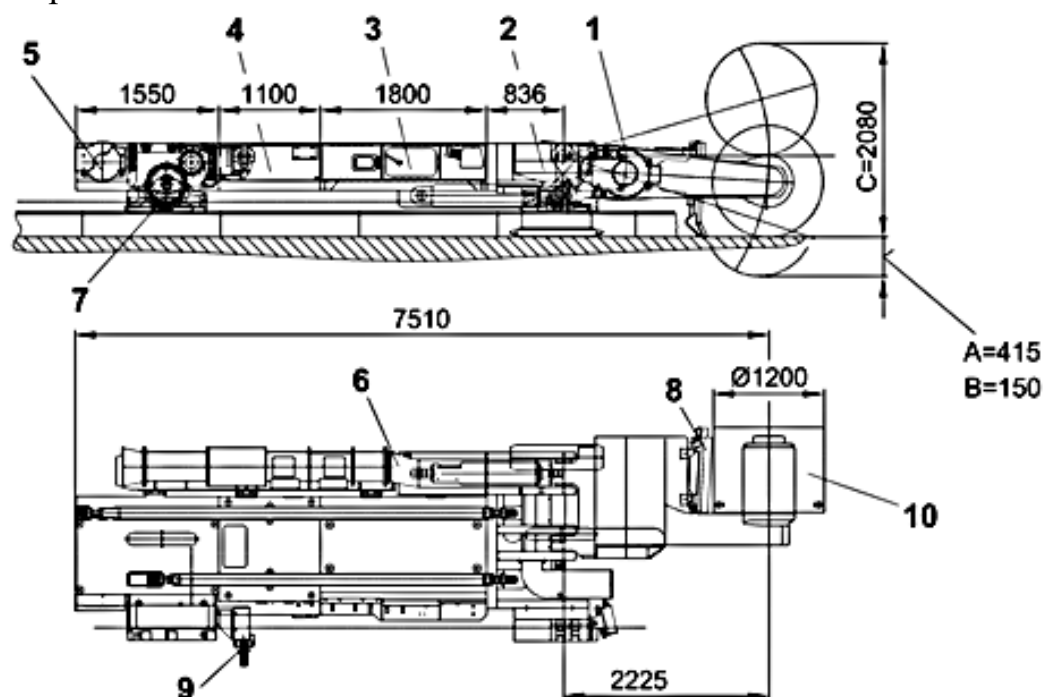
Насосная станция представляет собой компоновку редуктора, двигателя. Насосы предназначены для привода гусеничного хода, для питания гидроцилиндров.

Электрооборудование машины предназначено для распределения электрической энергии приводам агрегатов машины, управления этими приводами, для освещения, сигнализации и защиты. Электрооборудование выполнено в рудничном взрывозащищенном и искробезопасном исполнении.

РАЗДЕЛ VIII МАШИНЫ ДЛЯ ВЫЕМКИ РУДЫ

8.1 Одношнековые комбайны для пластов малой мощности

Очистные одношнековые комбайны SL-300NE (рисунок 8.1) предназначены для однослойной выемки руды по односторонней схеме работы. Выемка пласта в лаве ведется двумя комбайнами, причем оба комбайна зарубаются от среднего штрека (косой зарубкой) и ведут выемку в противоположных направлениях на полную вынимаемую мощность. Отбитая руда грузится на забойный конвейер с помощью режущего органа и зачистного щитка, закрепленного на корпусе поворотного редуктора. После снятия стружки оба комбайна отгоняются на средний штрек, при этом руда оставшаяся на почве лавы грузится на забойный конвейер с помощью режущего органа.



- 1 – узел резания; 2 – рама комбайна (опорный кронштейн); 3 – энергоблок;
4 – блок гидравлики; 5 – электрический механизм подачи;
6 – пылеотсасывающее устройство; 7 – коробка передачи;
8 – зачищающая пластина; 9 – подключение кабеля; 10 – режущий шнек
- Рисунок 8.1 – Очистной одношнековый комбайн SL-300NE

Левая машина изготавливается зеркальным отражением правой машины.

Каждый комбайн оснащен: поворотным редуктором с режущими органом, электрической подающей, энергоблоком, бортовым компьютером, пылеотсасывающим устройством, системой радиуправления.

Электродвигатели резания комбайнов встроены непосредственно в поворотные редукторы. Отдельные узлы комбайна соединяются в единый корпус с помощью анкерных болтов, которые при сборке комбайна натягиваются с помощью специального гидравлического устройства.

Комбайны передвигаются по конвейеру при помощи встроенной бесцепной системы подачи «Айкотрак».

Система подачи электрическая с двигателями постоянного тока, бесступенчатая, с автоматическим регулированием скорости, в зависимости от нагрузки на электродвигатели резания и подачи.

Основные технические характеристики комбайна SL-300N:

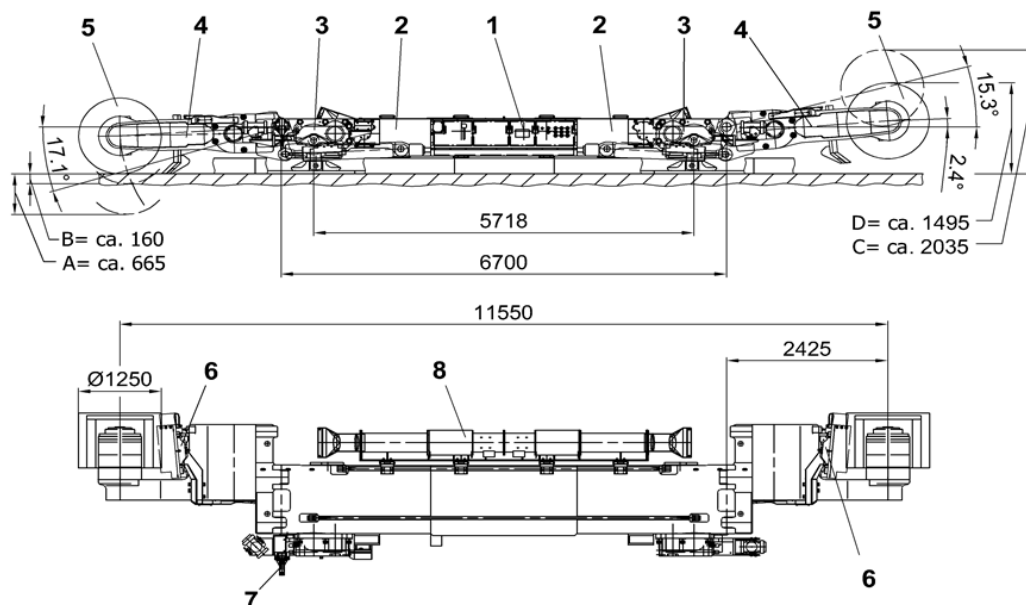
- напряжение питания 990 или 1140 В;
- мощность электродвигателя подачи 35 кВт;
- мощность электродвигателя гидронасоса 7,5 кВт;
- максимальное тяговое усилие 314 кН.

Комбайны применяются в лавах с различной вынимаемой мощностью, в зависимости от диаметра режущего органа и высоты корпуса.

Комбайны SL-300N (рисунок 8.2-8.4) предназначены для лав со столбовой системой разработки калийного пласта длинным очистным забоем с малой вынимаемой мощностью.

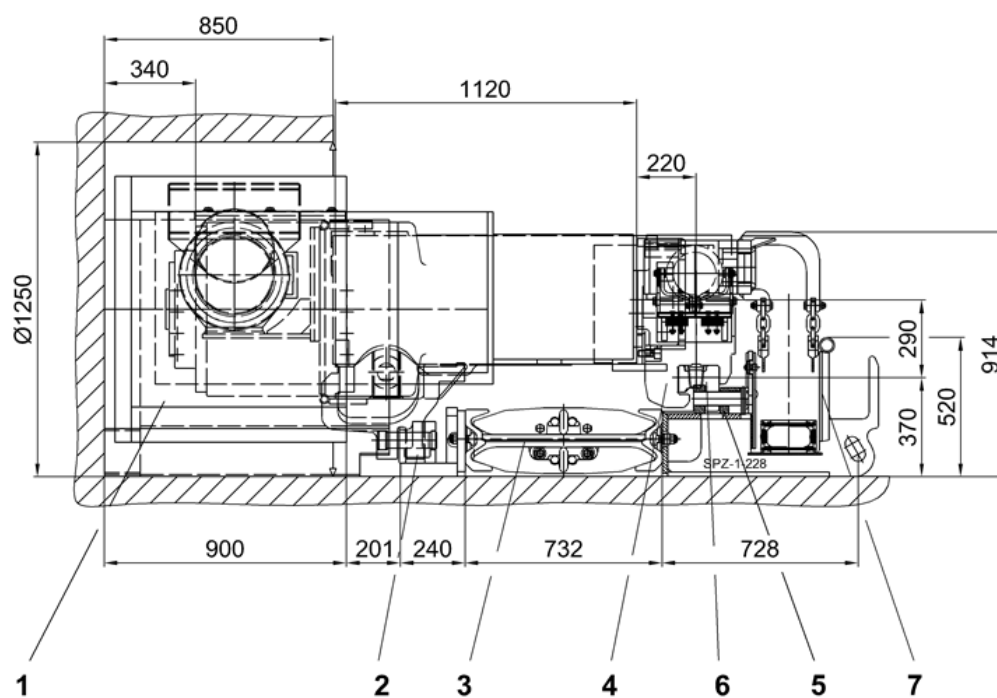


Рисунок 8.2 – Комбайн SL-300N



- 1 – электроузел; 2 – электрический механизм подачи; 3 – коробка передачи;
 4 – узел резания; 5 – режущий шнек; 6 – погрузочная плита;
 7 – подключение кабеля; 8 – пылеотсасывающее устройство

Рисунок 8.3 – Комбайн SL-300N



- 1 – режущий шнек; 2 – скользящий полоз; 3 – конвейерный рештак;
 4 – направляющий полоз; 5 – держатель цевочной рейки;
 6 – цевочная рейка; 7 – борт конвейера

Рисунок 8.4 – Комбайн SL-300N

Очистная выемка руды проходит по челноковой схеме очистной выемки. Передние режущие органы (в зависимости от направления движения)

производят выемку пласта и погрузку руды на забойный конвейер, а задние, того же диаметра, производят только погрузку отбитой руды на конвейер.

Возможен вариант односторонней схемы. При этом передний режущий орган производит выемку пласта и погрузку руды на забойный конвейер, а задний, того же диаметра, производит только погрузку отбитой руды на конвейер.

При отгоне комбайна от конвейерного штрека к вентиляционному штреку оба режущих органа производят зачистку почвы лавы.

Технологическая схема работы комбайна должна обеспечивать в лаве полную отработку концов лавы без ниш, с выходом исполнительных органов на бортовые штреки.

Основные технические характеристики комбайна SL-300N:

- диаметр режущих органов – 1400 мм (возможен другой диаметр, указывается в техническом приложении к заявке). Диаметр режущих органов равен вынимаемой мощности пласта;

- мощность электродвигателей резания – 300 или 400 кВт в зависимости от мощности вынимаемого пласта;

- рабочее напряжение двигателя – 990 10 % или 1140 10 % В, 50 Гц;

- техническая производительность комбайна – не менее 5,5 т/мин при мощности электродвигателей резания 400 кВт;

- техническая производительность комбайна – не менее 4,5 т/мин при мощности электродвигателей резания 300 кВт;

- скорость подачи маневровая – не менее 8 м/мин;

- ширина захвата режущих органов – 850 или 1000 мм;

- подрубка почвы – не менее 150 мм.

Комбайн оснащен: двумя электрическими подающими с двигателями постоянного тока, бортовым компьютером, системой радиуправления и фарами для освещения режущих органов. Электродвигатели резания встроены непосредственно в поворотные редукторы. Отдельные узлы комбайна соединяются в единый корпус с помощью анкерных болтов, которые при сборке комбайна натягиваются с помощью специального гидравлического устройства.

Комбайн оборудован местным и радиуправлением, а также имеет возможность работы с помощью дистанционного управления по проводам определённой длины. Комбайн комплектуется системой пылеотсоса.

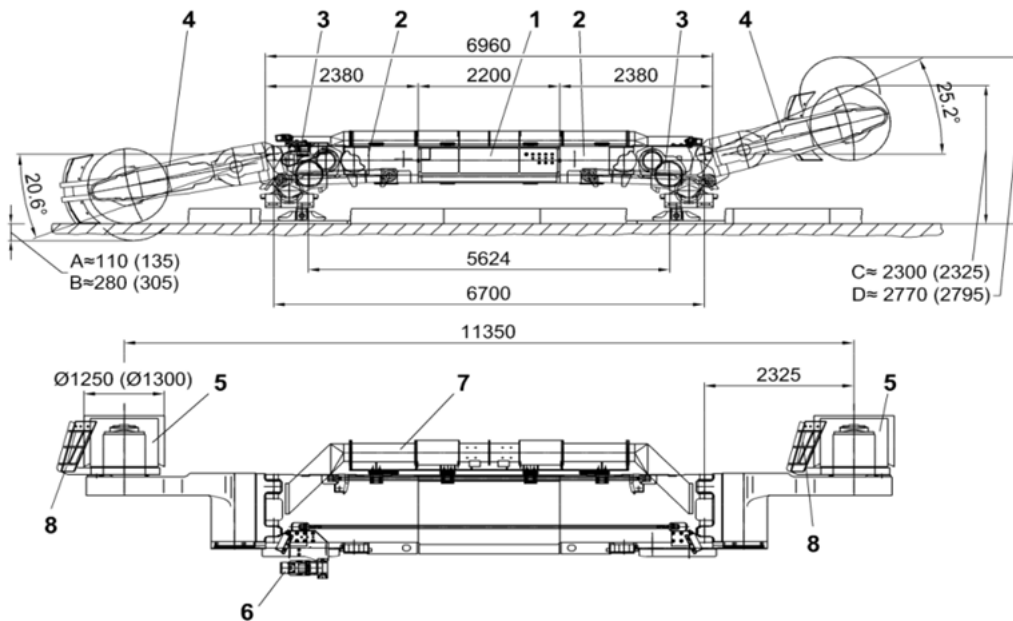
8.2 Двухшнековые комбайны для пластов средней мощности

Комбайн очистной SL-300 (рисунок 8.5-8.7) является выемочной машиной для забоя, которая предназначена для отделения и погрузки угля,

соли, руды, других минералов и их боковых вмещающих пород. Он режет и грузит в обоих направлениях. Машина может применяться в пластах различной мощности, в зависимости от диаметра шнека и её габаритной высоты.

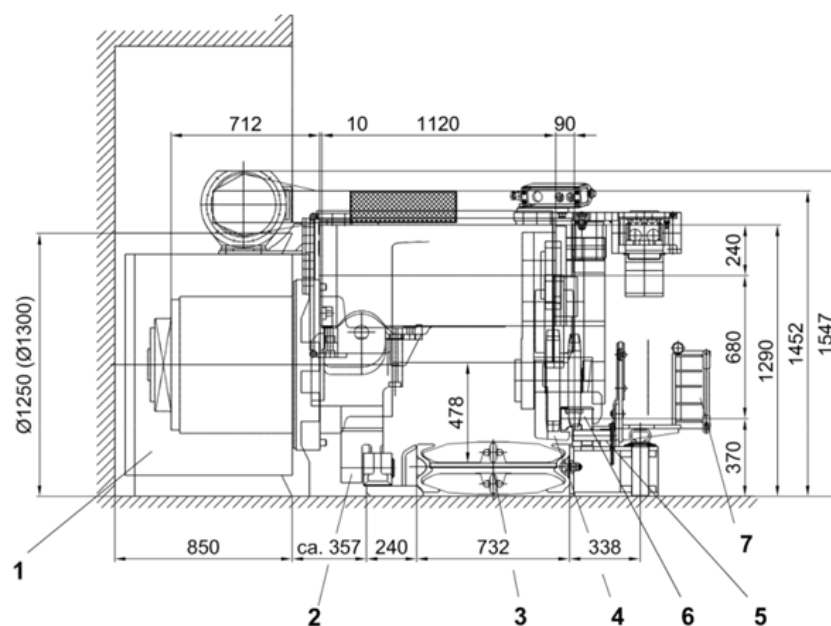


Рисунок 8.5 – Комбайн очистной SL-300



1 – электроузел; 2 – электрический механизм подачи; 3 – коробка передачи;
 4 – узел резания; 5 – режущий шнек; 6 – подключение кабеля; 7 –
 пылеотсасывающее устройство; 8 – погрузочный щиток.

Рисунок 8.6 – Комбайн очистной SL-300



- 1 – режущий шнек; 2 – скользящий полоз; 3 – конвейерный рештак;
 4 – направляющий полоз; 5 – держатель цевочной рейки;
 6 – цевочная рейка; 7 – борт конвейера

Рисунок 8.7 – Комбайн очистной SL-300

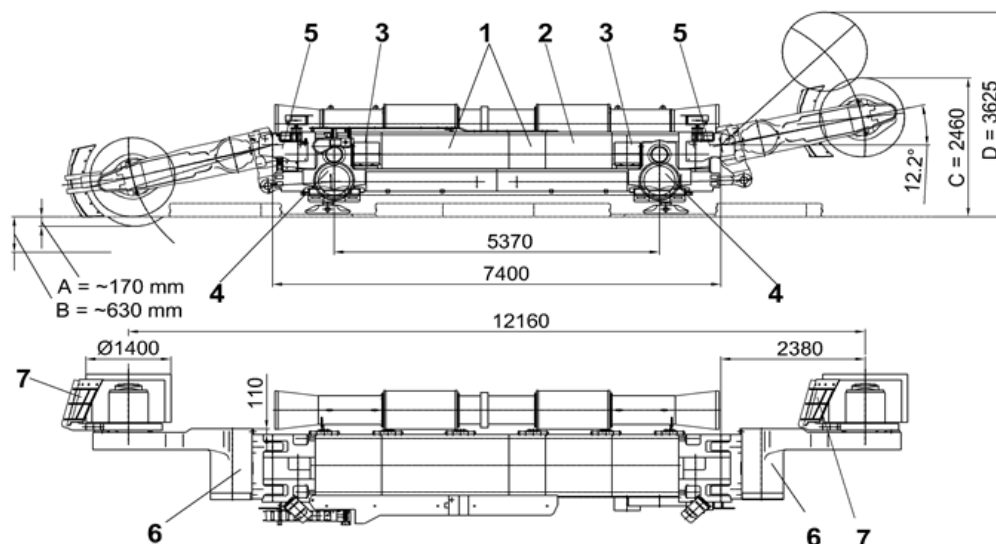
Основные технические характеристики комбайна SL-300:

- общая установленная мощность комбайнов – 696 кВт, при этом мощность электродвигателей резания 2×300 кВт;
- диапазон вынимаемой мощности 1,4-2,6;
- подающая комбайна – электрическая с электродвигателями постоянного тока;
- корпус комбайна состоит из трех частей, которые надежно соединяются между собой с помощью анкеров. Их натяжка производится при монтаже гидравлическим устройством. Комбайн комплектуется кабелеукладчиком УКТ-4;
- вводное устройство имеет герконовый концевой выключатель, предотвращающий выдёргивание кабеля из клемной коробки;
- расстояние от торца режущего органа до рештака забойного конвейера, равное 440 мм позволяет обеспечить хорошую отгрузку отбитой массы;
- комбайн укомплектован зачистными лемехами;
- диаметр режущих органов – 1400 мм;

Комбайн оборудован местным и радиоуправлением, а также имеет возможность работы с помощью дистанционного управления по проводам определённой длины.

Комбайн комплектуется системой пылеотсоса с всасывающими и нагнетательными патрубками прямоугольной формы.

Двухшнековые выемочные комбайны SL-500 (рисунок 8.8) предназначены для работы в составе механизированных комплексов для выемки калийной руды в лавах со средней вынимаемой мощностью по челноковой или односторонней схеме работы.



- 1 – электроузел с трансформатором; 2 – гидравлический узел;
 3 – электрический механизм подачи; 4 – коробка передач;
 5 – стойка подшипника; 6 – узел резания; 7 – погрузочный щиток

Рисунок 8.8 – Двухшнековый выемочный комбайн SL-500

Выемка пласта ведется двумя режущими органами, причем передний работает у кровли лавы на полную мощность, а нижний дорубает оставшуюся часть пласта, формируя почву лавы.

Комбайн оснащен:

- поворотными редукторами с режущими органами и щитками;
- электрическими подающими;
- коробками передач;
- энергоблоком;
- бортовым компьютером;
- пылеотсасывающим устройством;
- опорными стойками;
- узлом гидравлики и водораспределения;
- системой радиуправления;
- устройством приёма кабеля;
- стяжными анкерными болтами.

Электродвигатели резания комбайна встроены непосредственно в поворотные редукторы.

Электродвигатели и редукторы комбайна имеют охлаждение водомасляной эмульсией. Охлаждающая жидкость подается на комбайн

посредством двух шлангов и охлаждается в замкнутом цикле с помощью холодильного агрегата, установленного на штреке.

Комбайны SL-500 передвигаются по конвейеру с помощью встроенной безцепной системы подачи «Айкотрак».

Система подачи – электрическая с двигателями постоянного тока, бесступенчатая, с автоматическим регулированием скорости, в зависимости от нагрузки на электродвигатели резания и подачи.

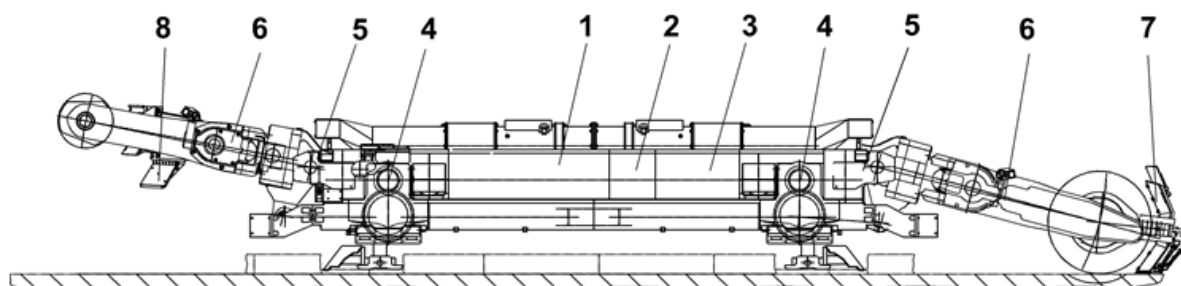
Каждый поворотный редуктор оборудован поворотным погрузочным щитком (на 360 градусов).

8.3 Комбайн для селективной добычи сильвинита

Комбайн для селективной добычи сильвинита SL-500 S (рисунок 8.9). Предназначен для работы в составе механизированного комплекса с селективной выемкой сильвинита и галита.



Рисунок 8.9 – Очистной комбайн SL-500S



- 1 – электроузел; 2 – трансформаторная коробка; 3 – гидравлический узел;
4 – электрический механизм подачи и коробка передач;
5 – стойка подшипника; 6 – узел резания (включая механизм передвижения);
7 – зачищающий щиток; 8 – зачищающая плита

Рисунок 8.10 – Очистной комбайн SL-500S

Комбайн обеспечивает отдельную выемку сильвинита и галита. При выемке сильвинита передний режущий орган, с диаметром 830 мм, производит выемку верхнего слоя с опережением, относительно стандартного положения режущего органа, равным 0,8 м.

Одновременно с ним задний режущий орган, находящийся в стандартном положении, производит выемку нижнего сильвинитового слоя.

Форма забоя при этом ступенчатая, верхний режущий орган опережает, в сечении забоя, нижний на 0,8 м.

Для обеспечения выемки галитового слоя оба режущих органа, в стандартном положении, производят отбойку и погрузку галита на конвейер.

Оба поворотных редуктора комбайна должны иметь возможность выдвижения в сторону забоя на 0,8 м и в обоих положениях (стандартном и выдвинутом на 0,8 м) обеспечивать отбойку сильвинита или галита, а также погрузку, отбитой горной массы на конвейер с помощью погрузочных щитков.

Комбайн обеспечивает безнишевую выемку руды. При выполнении концевых операций оба режущих органа имеют возможность полностью выйти на соответствующий бортовой штрек и возможность выдвигаться на 0,8 м и возвращаться в стандартное положение на этом штреке, без отбойки руды. В районе концевого (транспортного) штрека комбайн выполняет концевые операции.

Общая установленная мощность комбайна – 740 кВт, при этом мощность электродвигателей резания 2×300 кВт.

Подающая комбайна – электрическая с электродвигателями постоянного тока (2×54 кВт). Корпус комбайна состоит из трех частей, которые надежно соединяются между собой с помощью анкеров. Их натяжка производится при монтаже гидравлическим устройством. Редукторы режущих органов вместе с электродвигателями резания входят в состав узлов резания вместе с механизмами передвижения режущих органов на забой (на 800 мм). Узлы резания крепятся на держателях узлов резания на специальных шарнирах.

Подъём – опускание узлов резания происходит посредством гидродомкратов. Каждый механизм передвижения режущих органов также имеет гидродомкрат с ходом поршня 800 мм.

Диаметр режущих органов – 1400 мм – левый, 900 мм – правый. Правый режущий орган изготовлен в соответствии с мощностью верхнего слоя (III).

Комбайн укомплектован поворотными зачистными лемехами. Левый зачистной щиток имеет выдвижной элемент (в сторону крепи) с фиксатором. Этот элемент выдвигается по время выполнения операции по выемке сильвинита.

В комбайне имеется гидравлический блок с электродвигателем мощностью 22 кВт. Комбайн комплектуется кабелеукладчиком МК-5.

Вводное устройство имеет герконовый концевой выключатель, предотвращающий выдёргивание кабеля из клемной коробки.

В качестве холодильной установки фирмой используется RK130 (одноконтурная – фирмы GFW).

Комбайн оборудован местным и радиоуправлением, а также имеет возможность работы с помощью дистанционного управления по проводам определённой длины. Комбайн комплектуется системой пылеотсоса.

Комбайн работает по следующей схеме:

Направление вправо к конвейерному штреку. Правый малый барабан выдвинут в сторону забоя на 800 мм. Левый – на месте, в нижнем положении. Комбайн выполняет операцию по выемке сильвинита, причём III-й слой вынимается на шаг вперёд. В районе конвейерного штрека на расстоянии 15 м. производятся концевые операции.

Направление влево к транспортному штреку. В горизонтальной плоскости – оба барабана в не задвинутом положении. В вертикальной плоскости – оба по галитовому прослойку. Выполняется операция по выемке галита и его закладке в отработанное пространство. В районе транспортного штрека выполняются концевые операции.

Достоинства:

- руда высокого качества;
- каменная соль не выдается на поверхность;
- создание буровых полос улучшает управление кровлей лучшие условия труда.

Недостатки:

- более сложная организация труда;
- себестоимость более высокая.

8.4 Бурошнековое бурение

Бурение используется не только с целью добычи полезных ископаемых с большой глубины, но и для прокладки различных коммуникаций. Бурошнековое бурение (рисунок 8.11) позволяет сделать всего две ямы – на входящей и выходящей стороне. А между ними пройдет сверло нужного диаметра, которое и проложит отверстие для проводки или труб. Работы получаются выполнить в кратчайший срок и без лишних разрушений рельефа.

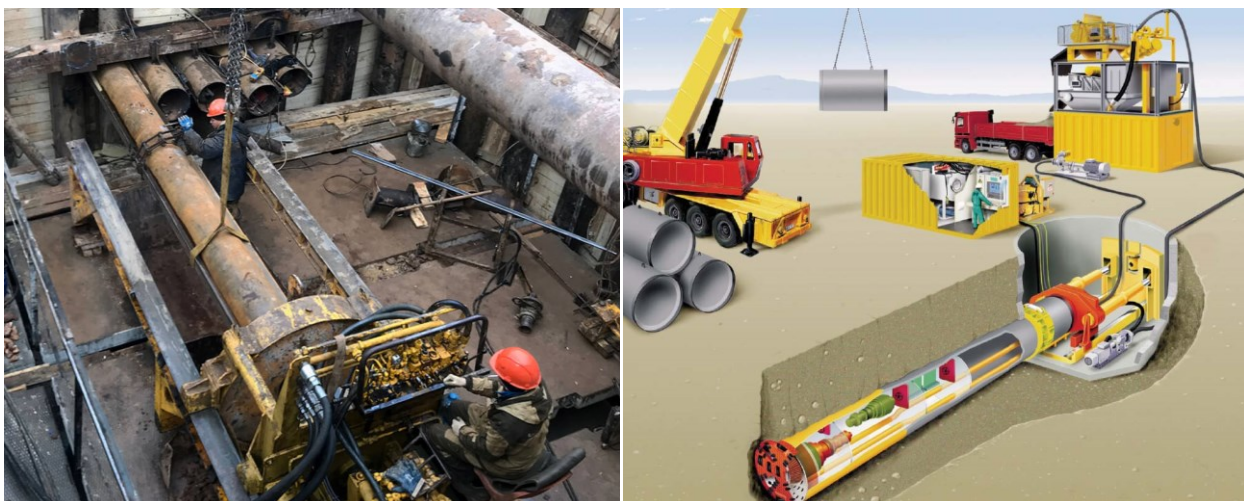


Рисунок 8.11 – Бурошнековое бурение

Это особенно актуально для населенных пунктов, где не хочется тревожить асфальт и выкорчевывать деревья ради прокладки необходимой коммуникации.

Сама по себе технология бурошнекового бурения предполагает следующие действия:

Подготовка рабочих котлованов. Для этого со стороны входа и в месте выхода выкапывают ямы соответствующей глубины, в которые сможет поместиться бурильная установка. Размер будет зависеть от ее габаритов.

Далее в подготовленный котлован аккуратно опускают рабочую установку и осуществляют ее правильную настройку, чтобы можно было начинать процесс.

На первом этапе в дело вступает управляемая головка, которая позволяет получить сквозное отверстие минимального диаметра.

Далее при помощи шнека происходит расширение отверстия до нужного диаметра. На этом же этапе происходит продавливание обсадной трубы.

В завершение вместо обсадной трубы на место устанавливают уже рабочий элемент. Замена также происходит при помощи продавливания.

Также важный момент играет такая характеристика, как технологическая карта бурошнекового бурения: опасные зоны. При ее составлении учитываются все особенности рельефа местности и горных пород, которые встречаются на участке работы. Также важной характеристикой является наличие разнообразных функциональных сооружений, находящихся над зоной бурения.

РАЗДЕЛ IX ПЫЛЕОТСАСЫВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

9.1 Назначение вентиляторных установок

Существуют три способа проветривания рудников:

- всасывающий;
- нагнетательный;
- комбинированный.

На практике применяют все три способа, но наиболее широко распространен всасывающий способ проветривания.

На выбор способа проветривания влияют следующие факторы: порядок отработки шахтного поля, глубина разработки, действующая депрессия на выемочных участках, склонность пластов к самовозгоранию, абсолютная величина внешних и внутренних утечек воздуха через выработанное пространство и вентиляционные сооружения, интенсивность газовыделения (метана и углекислого газа), места установки регуляторов воздуха, соотношение аэродинамических сопротивлений выемочных участков шахты, схема проветривания шахты, туманообразование в надшахтном здании вследствие взаимодействия насыщенного влагой воздуха, выдаваемого из шахты, с холодным воздухом на поверхности и ряд других.

Вентиляторные установки предназначены для непрерывного проветривания горных выработок, шахт и рудников и создания в них нормальных атмосферных условий.

По назначению они делятся на:

- главные вентиляторные установки;
- вспомогательные;
- местного проветривания.

9.2 Главные вентиляторные установки

Располагаются на поверхности у устья герметически закрытых стволов, шурфов, штолен, скважин.

Рабочий и резервный вентиляторы соединяются со стволом рудника системой вентиляционных каналов – подводящего, всасывающих, нагнетательных, обводных, диффузора с входной частью. Каналы выполняются в бетоне в комплексе со зданием, в котором размещаются вентиляторные агрегаты.

Центробежные вентиляторы являются нереверсивными, поэтому установки с такими вентиляторами имеют обводные каналы, по которым воздух

нагнетается в шахту при изменении направления воздушной струи системой ляд или вертикальных дверей.

Большинство осевых вентиляторов типа ВОД (В – вентилятор, О – осевой, Д – двухступенчатый) являются реверсивными. Воздушная струя реверсируется изменением направления вращения рабочих колес и угла установки лопаток направляющих и спрямляющих аппаратов. Установка с реверсивными осевыми вентиляторами не имеет обводных каналов, реверсивных ляд, дверей, что упрощает общее устройство вентиляторных установок.

Вентиляторы главного проветривания в большинстве случаев оснащаются нерегулируемым электроприводом. При потребляемой мощности до 100-150 кВт в приводе вентиляторов используются низковольтные электродвигатели с короткозамкнутым ротором, при мощности от 150 до 350 кВт – низковольтные синхронные двигатели на напряжение 380 В. При мощности более 350 кВт применяются высоковольтные синхронные двигатели (напряжение 3000/6000 В).

Для автоматизации вентиляторных установок главного проветривания в настоящее время выпускается унифицированная аппаратура автоматизации шахтных вентиляторов УКАВ-2. С ее помощью автоматизируются установки, оснащенные одним или двумя осевыми (нереверсивными или реверсивными) или центробежными (одно- или двустороннего всасывания) вентиляторами с электроприводом от синхронных (асинхронных) двигателей низкого и высокого напряжения.

Вентиляторные установки в соответствии с ПБ должны иметь резерв по подаче от 20 до 45% и обеспечивать реверсирование воздушного потока (в случае возникновения пожара) не более чем за 10 мин, при этом подача должна составлять не менее 60% нормальной. Правила безопасности также требуют, чтобы вентиляторные установки были оборудованы двумя одинаковыми вентиляторами – рабочим и резервным.

Центробежные (рисунок 9.1) и осевые (рисунок 9.2) вентиляторы главных и вспомогательных установок в соответствии с ГОСТ 11004-84 изготавливаются одноступенчатыми с односторонним ВЦ и двусторонним ВЦД подводом воздуха с диаметрами рабочих колес от 1,5 до 4,7 м, номинальной подачей воздуха от 10 до 630 м³/с и номинальным статическим давлением от 2400 до 7000 Па.

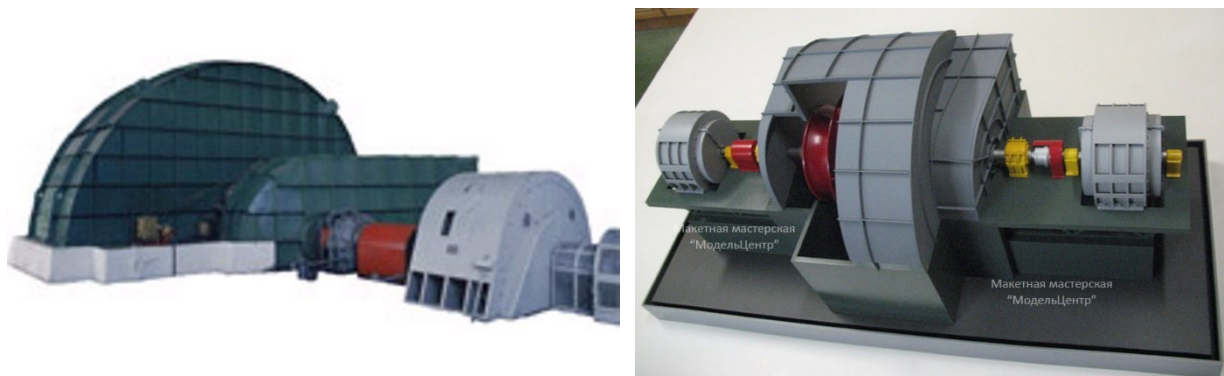


Рисунок 9.1 – Центробежные вентиляторы



Рисунок 9.2 – Осевые вентиляторы главного проветривания

Вентилятор состоит из корпуса, ротора, направляющих и спрямляющих аппаратов, с присоединенными коллектором и входной коробкой.

Конструктивные особенности вентиляторов обусловлены числом сторон всасывания и расположением рабочего колеса относительно подшипниковых опор, которые могут быть консольными и центральными.

Консольное расположение рабочего колеса применяется в вентиляторах одностороннего всасывания малых типоразмеров. Центральное расположение рабочего колеса используется в вентиляторах двустороннего всасывания больших типоразмеров.

Согласно ГОСТ 11004-75 условные обозначения центробежных вентиляторов расшифровываются: ВЦ – вентилятор центробежный одностороннего всасывания, ВЦД – вентилятор центробежный двустороннего всасывания, число после букв – диаметр рабочего колеса по внешним кромкам лопаток, дм. Например, вентилятор исполнения ВЦД с диаметром рабочего колеса /ротора/ 3150 мм модернизированный будет иметь обозначение ВЦД-31,5 М.

К основному обозначению вентиляторов иногда добавляют дополнительные отличительные буквы или слова, отражающие специфику

конструкции или назначения. Например, М – модернизированный, У – с узкой лопаткой рабочего колеса, «Север» – в северном исполнении.

В настоящее время заводами выпускаются следующие центробежные вентиляторы одно- и двустороннего всасывания, предназначенные для главного проветривания шахт и рудников (цифра в маркировке означает размер диаметра рабочего колеса в дециметрах): ВЦ-25М, ВЦ-31,5М, ВЦД-31,5М, ВЦД47,5У, ВЦД47,5А; для проветривания стволов и околоствольных выработок: ВЦ-11М, ВШЦ-16 и только для проветривания забоев шахтных стволов ВЦП-16.

В комплект вентиляторов входят:

- механическая часть с встроенным электрооборудованием;
- электродвигатели главного привода;
- аппаратура управления, автоматизации и контроля режима работы вентилятора.

Срок службы вентиляторов с диаметром ротора до 3150 мм равен 14 годам, вентиляторов с диаметром ротора более 3150 мм – 20 годам. Срок службы вентилятора до первого капитального ремонта 8 лет.

Осевые вентиляторы главного проветривания типа ВОД (вентилятор осевой двухступенчатый) выпускаются серийно с подачей от 15 до 580 м³/с и статическим давлением от 600 до 3200 Па и предназначены для проветривания горных предприятий с относительно небольшим сопротивлением вентиляционной сети.

Осевые вентиляторы главного проветривания выполняются двухступенчатыми и имеют четыре лопаточных венца: рабочее колесо первой ступени, направляющий аппарат, рабочее колесо второй ступени, спрямляющий аппарат. Рабочим органом вентилятора является ротор, состоящий из рабочих колес первой и второй ступени.

Рабочие колеса имеют по 12 лопаток, закрепленных затворами на втулках. Затворы позволяют изменять угол установки лопаток в интервале 15-45° для регулирования подачи и давления.

Осевые вентиляторы, серийно выпускаемые промышленностью и охватывающие диапазон подач от 10 до 560 м³/с и статических давлений от 100 до 250 Па, предназначены для главного проветривания шахт и рудников угольной и горно-добывающей промышленности характеризующиеся относительно небольшим сопротивлением шахтной вентиляционной сети. Обычно это шахты в рудники малой и средней глубины.

Регулирование подачи воздуха обеспечивается изменением углов установки лопаток рабочих колес и углов установки лопаток направляющих аппаратов.

Реверсирование воздушной струи осуществляется изменением направления вращения рабочих колес и изменением угла установки направляющих и спрямляющих аппаратов.

Вентиляторы ВОД-11П и ВОД-16П предназначены для проветривания шахт и рудников малой производственной мощности. В качестве вентиляторов главного проветривания применяются реверсивные вентиляторы: ВОД-21М, ВОД-30М, ВОД-40М, ВОД-50, которые имеют единую компоновочную схему: первое рабочее колесо – регулируемый направляющий, аппарат – второе рабочее колесо – спрямляющий аппарат с поворотными лопатками.

9.3 Реверсирование вентиляционной струи

В соответствии с правилами безопасности шахтные вентиляторные установки главного проветривания должны быть оборудованы устройствами для реверсирования вентиляционной струи.

В вентиляторных установках главного проветривания с центробежными вентиляторами, а также с осевыми вентиляторами типов ВОКД, ВОД11П реверсирование вентиляционной струи осуществляется с помощью системы каналов и ляд или вертикальных дверей с приводом от лебедок. При этом установки развивают примерно такую же подачу и давление, что и при нормальном режиме. Некоторое уменьшение подачи воздуха в шахту (на 5-10%) иногда наблюдается из-за больших утечек в лядах и большего сопротивления обводных каналов.

Вентиляторные установки с осевыми вентиляторами реверсируют вентиляционную струю, изменяя направление вращения рабочих колес без изменения углов установки лопаток рабочих колес или направляющих аппаратов без применения дополнительных каналов и ляд.

Вспомогательные вентиляторные установки предназначены для проветривания стволов и капитальных выработок при их проходке, камер и выработок околоствольного двора. Они располагаются на поверхности вблизи ствола или шурфа.

9.4 Вентиляторные установки местного проветривания

Вентиляторные установки местного проветривания предназначены для подачи воздуха в тупиковые выработки (рисунок 9.3). Они берут часть воздуха из общего потока для проветривания только данной выработки.

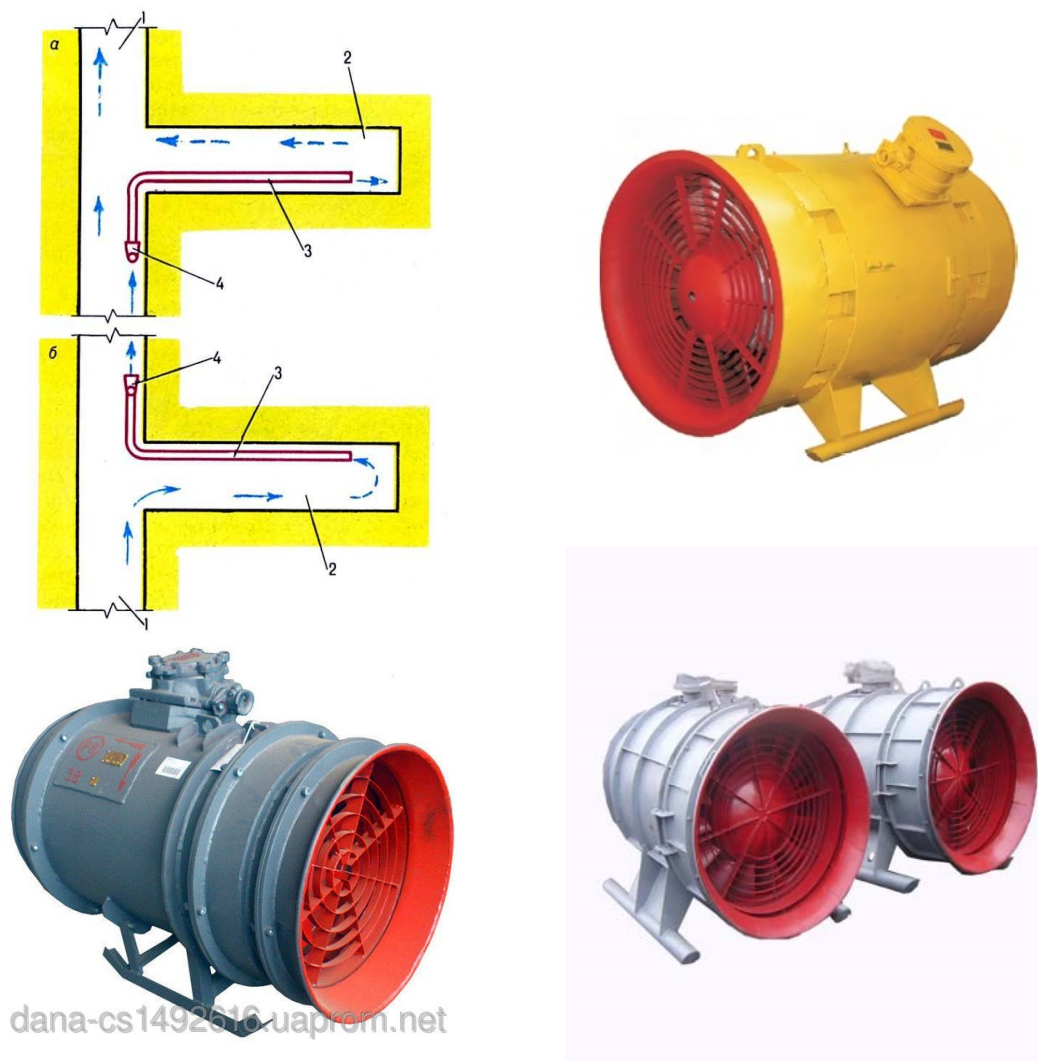


Рисунок 9.3 – Вентиляторные установки местного проветривания

По способу проветривания вентиляторные установки делятся на: установки с вентиляторами, работающими на всасывание и работающими на нагнетании. Всасывающие вентиляторы, отсасывая из забоя горных выработок воздух, содержащий вредные примеси и газы и пыль, создают в горных выработках разрежение.

В шахтах опасных по газу и пыли должна применяться всасывающая вентиляция. Установки главного проветривания с вентиляторами, работающими на нагнетание создают в горных выработках давление, превышающее атмосферное.

Нагнетательное проветривание допускается только для негазовых шахт и лишь как исключение для неглубоких шахт: первые категории по газу.

Вентиляторы местного проветривания: с электродвигателем и с пневматическим двигателем. С пневматическим двигателем применяют на шахтах опасных по газу и пыли: ВМП-3м, ВМП-4, ВМП-5м.

Вентиляторы выбирают в зависимости от длины выработок, необходимой производительности. Производительности вентиляторов ВМ-4-

-50-150, ВМ-5-100-280, ВМ-6-140-480 метров кубических в минуту. Максимальная длина проветривания выработок 300, 400, 500 метров соответственно.

Вентиляторы местного проветривания можно соединять по следующим схемам: параллельное соединение 2-х вентиляторов, последовательное соединение 2-х вентиляторов.

Вентилятор шахтный местного проветривания ВМЭ-5 представлен на рисунке 9.4.

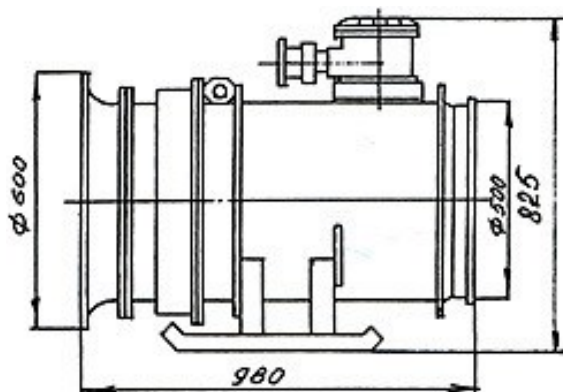


Рисунок 9.4 – Вентилятор шахтный местного проветривания ВМЭ-5

Вентилятор шахтный местного проветривания ВМЭ-5 осевой с электрическим приводом, одноступенчатый взрывобезопасный, предназначен для проветривания тупиковых горных выработок в шахтах, включая опасные по газу и пыли, при плотности воздуха до 1,3 кг/м³, при температуре от -20°C до +35°C, запыленности до 50 мг/м³ и относительной влажности до 95% (при температуре +25°C). Вентилятор может изготавливаться с двигателем на напряжение 380/660 В и 660/1140 В.

РАЗДЕЛ X ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫЕМОЧНОГО И ДОСТВОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

10.1 Скорости резания и подачи очистных комбайнов. Теоретическая, техническая и эксплуатационная производительность

Определение скорости подачи комбайна по мощности двигателя привода исполнительного органа определяем по следующим параметрам:

$$v_n = \frac{N_{уст} \cdot \cos \alpha}{60 \cdot H_w \cdot m_{max} \cdot B \cdot \gamma}, \text{ м/мин,} \quad (10.1)$$

где $N_{уст}$ – суммарная устойчивая мощность привода исполнительного органа двигателя комбайна, кВт;

H_w – удельные энергозатраты по выемке руды, кВтч/т;

m_{max} – максимальная мощность пласта, м;

B – ширина захвата исполнительного органа комбайна, м;

γ – плотность руды, т/м³;

α – угол падения пласта, град.

Производительность комплексов зависит от ряда факторов и в первую очередь от горно-геологических и горнотехнических условий их работы, режимных и конструктивных параметров функциональных машин и степени их использования во времени. Поэтому применительно к выемочным комплексам необходимо различать теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность.

Теоретическая производительность является максимальной, так как определяется в единицу времени непрерывной производительной работы с рабочими параметрами, максимальными для данных условий эксплуатации. Теоретическая производительность проходческих комбайнов с фланговой и фронтальной подачей на забой определяется по формулам:

$$Q_{фл} = 60 \cdot m \cdot B \cdot v_n \cdot \gamma \text{ или } Q_{фр} = 60 \cdot m \cdot L \cdot v_n \cdot \gamma, \quad (10.2)$$

где $Q_{фл}$ и $Q_{фр}$ – теоретическая производительность машин, т/ч;

m – средняя мощность пласта, м;

B и L – ширина захвата массива полезного ископаемого исполнительным органом фланговой и фронтальной выемочной машины, м;

v_n – скорость подачи выемочной машины вдоль забоя и на забой, м/мин;

γ – плотность породы, т/м³.

Техническая производительность – это максимально возможная среднечасовая производительность комплекса при работе в конкретных условиях эксплуатации. Она определяется количество добытой руды в единицу времени с учетом выполнения неизбежных вспомогательных

операций. К ним относятся маневровые, концевые операции, замена рабочего инструмента, устранение технических неполадок.

Если перерывы в работе из-за указанных неизбежных и постоянно повторяющихся вспомогательных операций оценить коэффициентом технической возможной непрерывности работы комплекса, то его техническая производительность определяется:

$$Q_T = Q \cdot \kappa_T, \quad (10.3)$$

где κ_T – коэффициент технической возможной непрерывности работы комплекса, $\kappa_T = 1$.

Тогда для фланговых:

$$Q_T = 60 \cdot m \cdot B \cdot v_n \cdot \gamma \cdot \kappa_T, \quad (10.4)$$

а для фронтальных агрегатов:

$$Q_T = 60 \cdot m \cdot L \cdot v_n \cdot \gamma \cdot \kappa_T. \quad (10.5)$$

Величина коэффициента κ_T определяется отношением времени работы выемочной машины ко времени полного цикла работы комплекса с учетом выполнения всех присущих ему операций в течение этого цикла, т.е.

$$\kappa_T = \frac{T}{T_n}, \quad (10.6)$$

где T – время производительной работы выемочной машины, мин;

T_n – время полного рабочего цикла комплекса, мин.

Время полного цикла:

$$T_n = T + T_{в.о}, \quad (10.7)$$

где $T_{в.о}$ – время на не совмещенные с работой исполнительного органа вспомогательные операции.

Эксплуатационная производительность выемочного комплекса определяется с учетом затрат времени также на организационные и технические неполадки, не зависящие от конструкции комплекса и его схемы работы, т.е.

$$Q_э = Q \cdot \kappa_э, \quad (10.8)$$

где $\kappa_э$ – коэффициент непрерывности работы комплекса в процессе эксплуатации в данных условиях.

РАЗДЕЛ XI БУРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

11.1 Классификация способов бурения, буровых машин, области их применения

Процесс образования цилиндрических полостей (выработок) в горной породе носит название бурения. Цилиндрическую полость диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м называют шпуром. Цилиндрическую полость диаметром более 75 мм при глубине до 5 м или любого диаметра при глубине более 5 м называют скважиной.

Способы бурения шпуров и скважин можно подразделить на два вида. К первому виду относят механические способы бурения, ко второму – физические способы (огневой, термомеханический, плазменный, электротермический).

При *механическом бурении* разрушение породы на забое шпура или скважины осуществляют внедрением в породу под действием механических усилий твердых тел-инденторов, при этом кристаллографическая структура разрушенных пород не меняется.

По характеру работы инструмента в забое и приложению силовых нагрузок механическое бурение можно разделить на четыре основных способа: *вращательный, вращательно-ударный, ударно-вращательный и ударный*.

При *вращательном бурении* разрушение породы на забое скважины происходит благодаря движению инструмента, имеющего форму резца, по винтовой линии. Такое движение является результатом сочетания вращательного и поступательного движений. Вращательно-поступательное движение инструмента на забое шпура или скважины осуществляется за счет приложения к буровому инструменту значительного крутящего момента ($M_{кр}$) и больших усилий (F). Ударные нагрузки при этом отсутствуют.

Бурение долотами шарошечного типа многие исследователи относят к ударному бурению, так как зубья долота, перекатываясь по забою скважины, имеют движение, сходное с движением ударного инструмента.

В горной практике скважины бурят долотами, вращающимися с небольшой частотой (1-1,5 с⁻¹), а, следовательно, с малыми скоростями приложения нагрузок (менее 0,6 м/с). При этом порода разрушается в результате статического раздавливания, характерного для вращательного бурения.

При *вращательно-ударном бурении* режущая часть коронки внедряется в породу под действием осевого усилия и ударной нагрузки с одновременным вращением инструмента, благодаря чему происходит скалывание породы.

Такой вид бурения позволяет подвести к забою наибольшее количество энергии, в силу чего вращательно-ударное бурение отличается высокой производительностью. В машинах вращательно-ударного действия мощность механизма вращения значительно больше мощности механизма ударного. Для такого вида бурения справедливо соотношение $N_e > N_y$. Вращательно-ударное бурение применяют для пород с $f = 6-14$.

При бурении пород более высокой крепости разрушение происходит преимущественно за счет ударной нагрузки. На вращение инструмента при этом затрачивается меньшая мощность, а осевое усилие приходится уменьшать, так как большое осевое усилие в таких породах не способствует внедрению в них инструмента и вызывает повышенный его износ. Таким образом, в крепких породах целесообразно применять ударно-вращательное и ударное бурение.

При *ударно-вращательном бурении* буровой инструмент благодаря энергии вращения производит очистку забоя от разрушенных, но не отделившихся от массива частиц породы и разрушение небольшой части породы резанием.

При *ударном бурении* инструмент, заточенный в виде клина, внедряется в породу под действием кратковременного ударного усилия, направленного по оси скважины. При этом осевое статическое усилие, необходимое для того, чтобы инструмент находился в контакте с забоем скважины, отсутствует или очень незначительно. Инструмент после совершения удара отскакивает от забоя и может быть повернут на некоторый угол для нанесения удара по новому месту на забое. Крутящий момент, необходимый для поворота инструмента, имеет незначительную величину.

Если механизм вращения бурового инструмента и ударный механизм совмещены в одном корпусе, то такие машины носят название перфораторов. Механизм вращения приводится в действие благодаря энергии поршня при обратном его ходе. Такой принцип построения бурильной головки реализован в перфораторах с геликоидальной парой. Эти машины относят к классу машин ударно-поворотного действия. Перфораторы, у которых вращение инструмента производится с помощью отдельного двигателя с редуктором, носят название перфораторов с независимым вращением бура.

Ударные механизмы могут следовать в скважину за буровым инструментом. Они называются погружными.

По роду подводимой энергии бурильные машины подразделяют на пневматические, гидравлические и электрические.

Удаление буровой мелочи из шпуров и скважин при бурении производится сжатым воздухом, водой, воздушно-водяной смесью или

вакуумом. Поэтому подразделяют бурение с промывкой, продувкой, с воздушно-водяной смесью и бурение с пылеотсосом.

При бурении шпуров (скважин) с продувкой применяют пылеулавливающие устройства. Бурить без пылеулавливания запрещается.

Промывка у перфораторов может быть центральной или боковой. При центральной промывке вода подается к буру через бурильную головку по специальной трубке, а при боковой – в бур через муфту, которая встраивается в переднюю часть бурильной головки.

Условимся относить в группу машин, реализующих ударный способ бурения, все машины, у которых ударная забойная мощность составляет 90 % и более общей мощности, расходуемой на забое, т. е. у них $N_y \geq 10N_e$.

Физические способы разрушения горной породы относятся к новым методам бурения и в настоящее время находятся в процессе исследований, промышленных экспериментов и внедрения отдельных типов машин.

Из электрофизических способов разрушения породы наиболее известны: *ультразвуковой, электроимпульсный и высокочастотный*.

Ультразвуковой способ бурения основывается на принципе совместного воздействия на горную породу высокочастотных ультразвуковых колебаний, накладываемых на инструмент, и кавитационного эффекта в промывочной жидкости. При ультразвуковом способе горная порода разрушается за счет высокочастотных колебаний, которые создаются магнитострикционным вибратором.

Гидравлический способ бурения основан на действии струй воды (небольшого диаметра – 0,8-1 мм), подаваемой на забой под высоким давлением (до 2000 кгс/см²) и со сверхзвуковой скоростью для разрушения горной породы.

Электроимпульсный способ – в основе способа лежит использование электрогидравлического эффекта, который позволяет превращать энергию электрического разряда в механическую. Электроимпульсный способ бурения осуществляется подачей высокого напряжения на контакты электрической цепи, расположенные на забое скважины, заполненной водой. При этом происходит пробой межэлектродного промежутка с образованием газового канала в месте пробоя. Давление в канале искры в зависимости от параметров разрядного контура достигает 6000-15 000 кгс/см². Расположение искрового канала в непосредственной близости от породы приводит к ее разрушению.

При *высокочастотном* способе разрушения создаются электрические или магнитные поля высокой частоты, под действием которых горная порода нагревается и растрескивается с отделением тонких чешуек, что и может быть использовано для бурения скважин.

Взрывобурение может осуществляться с помощью патронов, жидких или твердых взрывчатых веществ и струйным способом. В первом случае в промывочную жидкость, циркулирующую по опущенным до забоя скважины трубам, с определенной частотой подаются патроны с жидкими или твердыми ВВ, взрывающиеся от удара о забой. Во втором случае по специальным трубкам из емкостей к дозирующим приспособлениям забойного взрывобура поступают жидкие компоненты ВВ (горючее и окислитель), которые затем подаются на забой и с помощью инициатора (сплава калия и натрия) взрываются.

Термомеханическое бурение относится к комбинированному способу разрушения горной породы. Сущность этого способа заключается в том, что с помощью высокотемпературных газовых струй в поверхностном слое забоя скважины создается предварительное напряженное состояние, благодаря которому значительно облегчается последующее разрушение породы механическим воздействием (шарошечным долотом или другим буровым инструментом). Проводимые промышленные испытания станков комбинированного бурения дали увеличение производительности на 30-50% по сравнению с чисто шарошечным бурением.

11.2 Области применения различных способов бурения

Вращательный способ бурения. Вращательное бурение резанием реализуется бурильными головками вращательного действия, к которым относятся сверла и станки. Указанное оборудование изготавливают с электрическим, пневматическим или гидравлическим приводами. Наибольшее распространение получили электрические приводы.

Электрическая энергия, как более дешевая (в 15-20 раз), предпочтительнее пневматической. Однако применение пневматического привода оправдано в шахтах, опасных по внезапным выбросам угля или газа. В особо опасных условиях, например, при добыче нефти подземным способом в случаях необходимости бурения глубоких скважин, применяют станки с гидравлическим приводом. Воду к таким станкам под давлением подают по трубам от насосов, которые устанавливают в местах, определяемых правилами безопасности.

Электрические вращательные головки используют для бурения пород слабой и средней крепости ($f < 8$). Ведутся исследования по применению указанных машин для бурения в более крепких породах. Машины для бурения шпуров резцами в соединении с витыми штангами называют сверлами.

По виду применяемой энергии сверла подразделяют на электрические (электросверла), пневматические и гидравлические.

Электросверла подразделяют на

- ручные;
- колонковые.

Колонковые электросверла имеют механическую или гидравлическую подачу. Заводы выпускают все электросверла во взрывобезопасном исполнении. Наибольшее распространение в горной промышленности получили ручные электросверла, которые применяют для бурения шпуров глубиной 1,5-3 м по углю и слабым породам с $f < 3$ (каменная соль, сланцы). Диаметр шпуров 40-45 мм. Ручные электросверла выпускают массой 12-24 кг, частота вращения шпинделя 5-20 с^{-1} . Мощность электродвигателя не превышает 1,6 кВт. При бурении ручным электросверлом подача инструмента на забой осуществляется рабочим вручную, величина усилия подачи при этом составляет 200-250 Н. Скорость бурения 0,2-1 м/мин.

Для бурения шпуров и скважин большей глубины (до 10 м) или в более крепких углях (антрацитах) и породах применяют колонковые электросверла. Масса таких электросверл 28-140 кг (без колонн и бурового инструмента). Мощность электродвигателя 1,4-4,8 кВт. Частота вращения шпинделя сверла при наличии сменных шестерен варьирует в широких пределах (1-17 с^{-1}).

Современные подающие устройства развивают усилия подачи до 16 кН. Заводы выпускают также пневматические сверла массой 10-15 кг мощностью на шпинделе 1,5-2 кВт и вращающим моментом 25-50 Н·м. Сверла выпускают для бурения с руки и пневмодержки.

Для бурения скважин в породах с $f \leq 8$ применяют станки вращательного действия, выпускаемые с электрическим и пневматическим приводами. Масса станка 200-400 кг. Частота вращения шпинделя 2,5-3 с^{-1} . Мощность двигателя 3-8 кВт. Осевое усилие 0,5-1,5 кН. Глубина бурения скважин диаметром 60-80 мм равна 60-70 м.

Для бурения резцами в мягких породах может быть применен любой станок, предназначенный для дробового или алмазного бурения.

Для бурения алмазами применяют специальные станки. Коронка для сплошного или кернового бурения, армированная алмазами, при вращении разрушает породу забоя скважины, которая потом выносится на поверхность водой. Алмазную коронку подают на забой с помощью буровых штанг, вращение и осевое перемещение которым передается от станка. Станки для алмазного бурения отличаются портативностью, большой частотой вращения (7-50 с^{-1}). Мощность двигателя 2,5-12 кВт. Масса станка 50-300 кг. Такими станками бурят скважины диаметром 33-93 мм и глубиной до 100 м.

На открытых горных работах при вращательном бурении резанием используют инструменты из резцовых коронок со шнековым буровым ставом. Диаметр скважины 115-160 мм. Для бурения скважин диаметром 115 мм

применяют легкие станки массой до 2 т с ходовым устройством шагающего типа. Скважины диаметром 125-160 мм бурят станками 2СБР-125-30, СБР-160А-24 (ГОСТ 20078-74). Станки оборудованы гусеничным ходом. Масса станка до 12 т. Мощность вращателя 40 кВт. Частота вращения бурового инструмента 2-3 с⁻¹.

Станки для бурения долотами шарошечного типа с воздушной очисткой скважин нашли наибольшее распространение в горной промышленности. На открытых горных работах такими станками бурят скважины диаметром 160-320 мм, глубиной до 40 м. Частота вращения долота 1-3 с⁻¹. Масса станка 20-130 т. Такие станки применяют для бурения взрывных скважин по породам $f=6-18$.

11.3 Шахтные бурильные установки

Шахтные бурильные установки (рисунок 11.1) предназначены для бурения шпуров в породах различной крепости при проведении горных выработок, строительстве тоннелей, а также при ведении очистных работ в рудниках. Шпуры бурят вдоль оси выработки, в кровлю, бока и почву выработки. Бурильные установки полностью механизмируют процесс бурения, улучшают санитарно-гигиенические условия работы и частично механизмируют процессы зарядания шпуров и крепления, выработки.



Рисунок 11.1 – Шахтные бурильные установки

По типу бурильных головок бурильные установки подразделяют на:

- вращательного ($f < 8$),
- вращательно-ударного ($f = 8-14$)
- ударно-вращательного ($f = 12-20$ и более) действия.

Бурильные установки подразделяют по роду потребляемой энергии на:

- пневматические;
- электрические;
- комбинированные.

По типу ходовой части:

- пневмошинные;
- колесно-рельсовые; и
- гусеничные.

По числу бурильных головок: 1, 3.

II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Перечень тем лабораторных работ

1. Комбинированный исполнительный орган проходческого комбайна серии ПК.
2. Планетарный исполнительный орган проходческо-очистного комбайна «Урал-10 (20)А».
3. Конструктивные особенности гусеничного хода проходческого комбайна.
4. Конструктивные особенности колесного движителя шахтного самоходного вагона 5BC-15.
5. Очистные комбайны для подземных разработок полезного ископаемого широкими лавами.
6. Определение эксплуатационных характеристик секций механизированных крепей

2.2. Перечень тем практических занятий для изучения назначения машины, устройства, кинематической и гидравлической схем, систем управления, защит и блокировок

1. Комбайны для ведения горных работ КРП-3-660/1140, КПО-8,5, КПО-10,5, ПКС-2Б, ПКС-8М, ПКС-8МК1, ПКС-82Б, Урал-10А, Урал-50, Урал-61, КИД-220, КИД-220М.
2. Вагоны шахтные самоходные ВС-15М, ВС-30, ВС-12. ВС-17, ВС-17В.
3. Гидрокрепи механизированные МХП14-22, МХП 16-25.
4. Конвейера ленточные КЛТ-1000, КЛШ2-1000.
5. Станция насосная СНН-150-30.
6. Станция маслонасосная передвижная МС.
7. Конвейера скребковые КЗ-228, СПШ-1-228, СПЗ-1-228.

2.3 Методические указания по выполнению курсового проекта

Основные задачи курсового проекта по учебной дисциплине «Горные машины и оборудование»:

- систематизация, расширение и закрепление знаний по дисциплине;
- выработка навыков практического использования теоретических знаний при расчёте горнодобывающих машин и комплексов;
- развитие навыков самостоятельной работы с научно-технической и справочной литературой.

Разнообразие добывающего оборудования, что применяется в горной отрасли и предлагается отечественными и иностранными фирмами, производящими добывающую технику, дает возможность использовать его с

наибольшей эффективностью. Достаточно большой выбор добывающей техники позволяет наилучшим образом использовать ее в конкретных горно-геологическом условиях.

Выбор комплекса, после принятия технологии добычи полезного ископаемого, является вторым этапом подготовки очистного забоя к работе. Он имеет целью достичь наибольшей в конкретных горно-геологических условиях нагрузки на очистной забой. При этом, следует помнить, что расходы на добычу полезного ископаемого, должны быть наименьшими, а производительность труда наибольшей. Поэтому важно проанализировать несколько вариантов, определить преимущества и недостатки каждого, принять технически обоснованное решение.

Унификация горного оборудования позволяет использовать с одним типом механизированной крепи разные комбайны и конвейеры. Выбор той или другой машины также должен быть обоснованным с технической, технологической и эксплуатационной точки зрения. Для этого необходимо определить оптимальный режим работы, связать в один механизм разное оборудование, которое применяется в механизированном комплексе.

Содержание и объем работы

Курсовой проект состоит из:

– пояснительной записки на 25-30 страницах (формат листа А4 210×297 мм);

– графической части на 1 листе формата А1, который выполняется с соблюдением требований Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Пояснительная записка включает:

- 1) титульный лист;
- 2) задание на курсовой проект;
- 3) содержание;
- 4) введение;
- 5) основная часть;
- 6) заключение
- 7) список использованной литературы;
- 8) свободный лист для замечаний руководителя курсового проектирования;
- 9) графическая часть.

Титульный лист курсового проекта оформляется по форме согласно ПРИЛОЖЕНИЯ А. Титульный лист включается в общее количество страниц, но номер страницы не проставляется.

Задание на курсовой проект утверждается заведующим кафедрой.

Индивидуальное задание на курсовой проект студент получает от руководителя проекта, в котором указаны следующие данные:

- длина столба лавы, м;
- длина лавы, м;
- мощность пласта H_p , м;
- сопротивление резанию A_p , Н/мм;
- метанообильность, q , м³/т;
- плотность руды, Y , т/м².

Одновременно студент представляет свои предложения по корректировке исходных данных, если механизация и организация труда не соответствуют современному уровню. При этом следует учитывать, что применение морально устаревшего и снятого с производства оборудования недопустимо. Кроме современного серийного оборудования, в проекте может быть предусмотрено использование оборудования, находящегося в стадии разработки и испытания, если известны его технические данные.

Содержание помещают сразу после задания на курсовой проект. В содержание включают заголовки всех частей пояснительной записки, в том числе разделов и подразделов, приложений, спецификаций и т.п.

Расположение заголовков в содержании должно точно отражать последовательность и соподчиненность разделов в тексте пояснительной записки.

Введение помещают на отдельной странице. Введение должно быть кратким и четким, не должно быть общих мест и отступлений, непосредственно не связанных с разрабатываемой темой.

Основная часть курсового проекта включает следующие разделы:

1 Горная часть.

1.1 Выбор оборудования.

1.1.1 Выбор механизированной крепи.

1.1.2 Выбор выемочной машины.

1.1.3 Выбор забойного конвейера.

1.2 Увязка конструктивных и режимных параметров функциональных машин.

1.3 Расчет скорости подачи очистного комбайна.

1.3.1 Определение скорости подачи комбайна по мощности двигателя исполнительного органа.

1.3.2 Определение скорости подачи комбайна по вылету резца.

1.3.3 Определение скорости подачи комбайна газовому фактору.

1.3.4 Определение скорости подачи комбайна по производительности конвейера.

1.4 Расчет производительности очистного комбайна.

- 1.4.1 Теоретическая производительность.
- 1.4.2 Техническая производительность.
- 1.4.3 Эксплуатационная производительность.
- 1.5 Организация работ в очистном забое.
 - 1.5.1 Построение планаграммы работ в забое.
 - 1.5.2 Составления графика выходов рабочих.

Заключение пишут на отдельной странице. В заключении необходимо перечислить основные результаты, характеризующие степень достижения целей курсового проекта и подытоживающие его содержание.

В графической части (как правило на листе формата А1) приводится схема размещения всего горного оборудования, входящего в состав механизированного комплекса. В более крупном масштабе вычерчивается конструктивная схема взаиморасположения очистного комбайна с забойным конвейером и механизированной крепью (схема увязки оборудования комплекса).

На основании результатов расчетов, выполненных в пояснительной записке по вышеприведенной методике, на листе строится номограмма для установления рационального режима работы очистного комбайна в составе механизированного комплекса в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях. Кроме этого на листе также приводится схема обработки забоя исполнительными органами комбайна и таблица с основными исходными данными и выходными результатами курсового проекта.

III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Средства диагностики результатов учебной деятельности

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита лабораторных работ;
- защита курсового проекта;
- сдача зачёта;
- сдача экзамена по дисциплине.

3.2 Примерный перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Классификация горных машин и оборудования.
2. Основные свойства горных пород.
3. Влияние условий эксплуатации на выбор параметров горного оборудования.
4. Движители машин для подземных горных работ.
5. Колесный ход.
6. Гусеничный ход.
7. Шагающее ходовое оборудование.
8. Классификация методов разрушения горных пород.
9. Камерная система подземной разработки месторождений полезных ископаемых.
10. Столбовая система подземной разработки полезных ископаемых с длинными очистными забоями (лавами).
11. Комплексы машин для камерной системы разработки полезных ископаемых.
12. Комплексы машин для столбовой системы разработки полезных ископаемых.
13. Классификация исполнительных органов машин для коротких и длинных забоев.
14. Шнековые и барабанные органы разрушения.
15. Дисковые органы разрушения.
16. Корончатые органы выемочных и проходческих машин.
17. Цепные органы разрушения.

18. Планетарные органы разрушения.
19. Органы погрузки горных машин.
20. Общие сведения о системах перемещения.
21. Бесцепные системы подачи очистных комбайнов (траковые, шагающие, цевочные)
22. Устройство забойных конвейеров, их навесное оборудование.
23. Устройство штрековых конвейеров.
24. Взаимодействие механизированных крепей с породами кровли.
25. Проходческие комбайны, их конструктивные особенности.
26. Комбайн проходческий ПКС-8 (КРП).
27. Основные узлы комбайна ПКС-8М, КРП.
28. Устройство ходовой части комбайна ПКС.
29. Устройство отбойного органа комбайна ПКС.
30. Устройство привода комбайна ПКС.
31. Устройство конвейера комбайна ПКС.
32. Комбайн избирательного действия КИД-220.
33. Устройство ходовой части комбайна КИД-220.
34. Устройство отбойного органа комбайна КИД-220.
35. Устройство питателя КИД-220.
36. Бункеры-перегрузатели.
37. Самоходные вагоны.
38. Машины для нарезки компенсационных щелей.
39. Комплекс машин с режущими шнеками для выемки руды.
40. Очистные одношнековые комбайны SL-300N.
41. Очистные одношнековые комбайны SL-300NE.
42. Двухшнековые выемочные комбайны SL-300.
43. Двухшнековые выемочные комбайны SL-500
44. Очистной комбайн SL500 S для селективной выемки руды.
45. Вентиляторы главного проветривания.
46. Вентиляторы местного проветривания.
47. Классификация способов бурения, буровых машин.

IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Казаченко, Г.В. Горные машины и оборудование : учебно-методический комплекс для специальности 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» / Белорусский национальный технический университет, кафедра «Горные машины» // Г.В. Казаченко, Н.В. Кислов, Г.А. Басалай. – Минск : БНТУ, 2014. – 176 с.

2. Киселев, Б.Р. Ленточный конвейер. Расчет и проектирование основных узлов : учебное пособие / Б.Р. Киселев, М.Ю. Колобов. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – 2019. – 179 с.

3. Кологривко, А.А. Подземные горные работы: учебное пособие / А.А. Кологривко. – Минск : БНТУ, 2006. – 94 с.

4. Курбатова, О.А. Монтаж и ремонт горных машин и электрооборудования : учебное пособие / О.А. Курбатова, В.М. Павлюченко. – Владивосток : ДВГТУ. – 2004. – 286 с.

5. Машиностроение. Энциклопедия / ред. Совет : К.В. Фролов (пред.) и др. – М. : Машиностроение. Горные машины. Т. IV-24 / Ю.А. Логунова, А.П. Комиссаров, В.С. Шестаков и др.; под общей ред. В.К. Асташева, 2011. – 496 с.

6. Морозов, В.И. Очистные комбайны : справочник / В.И. Морозов, В.И. Чуденков, Н.В. Сурина. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2006. – 650 с.

7. Нескоромных, В.В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ : учебное пособие / В.В. Нескоромных. – Красноярск : СФУ, 2012. – 298 с.

8. О лицензировании отдельных видов деятельности : Указ Президента Респ. Беларусь, 01 сент. 2010 г., № 450. – 34 с.

9. О промышленной безопасности : Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 2016 г. № 354-З : принят Палатой представителей 10 дек. 2015 г. : одобр. Советом Респ. 18 дек. 2015 г. Минск. – 36 с.

10. Овсянников, В.Е. Основы проектирования и конструирования машин : учебное пособие / В.Е. Овсянников, Г.Н. Шпитко. – Курган : Издательство Курганского гос. ун-та. – 2012. – 75 с.

11. Правила по обеспечению промышленной безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом : утв. Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь

30.12.2013 № 77. – Минск. –140 с. (в ред. Постановления МЧС от 18.05.2017 № 18).

12. Правила по обеспечению промышленной безопасности при разработке подземным способом соляных месторождений Республики Беларусь : утв. Постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь 30.08.2012 № 45. – Минск. –153 с. (в ред. Постановления МЧС от 10.04.2014 № 10, от 19.11.2014 № 34, от 23.03.2017 № 7).

13. Хорешок, А.А. Буровые станки и бурение скважин : учебное пособие / А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов. – Кемерово : Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева. – 2014. – 140 с.

14. Хорешок, А.А. Горные машины и оборудование подземных горных работ : учебное пособие для курсового и дипломного проектирования / А.А. Хорешок, Ю.А. Антонов, Л.Ф. Кожухов и др. – Кемерово : КузГТУ. – 2012. – 170 с.

15. Хорешок, А.А. Горные машины и оборудование подземных горных работ. Режущий инструмент горных машин : учебное пособие / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов. – Кемерово : КузГТУ. – 2012. – 288 с.

16. Хорешок, А.А. Горные машины и оборудование подземных горных работ : в 2-х ч. / А.А. Хорешок, А.М. Цехин, Г.Д. Буялич и др. – М. : Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2019. – Ч. 1. – 232 с.

17. Хорешок, А.А. Производство и эксплуатация разрушающего инструмента горных машин : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин и др. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 296 с.

18. Цыбуленко, П.В. Машины и оборудование обогатительных и перерабатывающих производств : методическое пособие по практическим занятиям для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства / П.В. Цыбуленко, Н.И. Березовский. – Минск : БНТУ, 2013 – 35 с.

19. Юнгмейстер, Д.А. Горные машины и оборудование. Машины и оборудование подземных горных работ : учебно-методический комплекс / Д.А. Юнгмейстер. – СПб : Санкт-Петербургский горный университет. – 2017. – 117 с.

20. Ялтанец, И.М. Практикум по открытым горным работам : учебное пособие для вузов / И.М. Ялтанец, М.И. Щадов. – М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 429 с.

Дополнительная литература

1. Инструкция по охране и креплению горных выработок на Старобинском месторождении калийных солей : утв. гл. инженером ОАО «Беларуськалий» 17.01.2018. – Солигорск-Минск, 2018.
2. Инструкция по применению систем разработки на Старобинском месторождении : утв. гл. инженером ОАО «Беларуськалий» 16.01.2018.– Солигорск-Пермь. – 2018.
3. СТО КАЛИЙ 14001. 010-2017 Порядок разработки, оформления, утверждения, учета и хранения документации на ведение горных работ.

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЛИАЛ БЕЛОРУССКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА, г. СОЛИГОРСК

Кафедра «Технологии и оборудование разработки месторождений
полезных ископаемых»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Горные машины и оборудование»

Тема:

«

»

Выполнил:

студент __ курса
специальность 1-36 10 01
шифр _____
_____ФИО_____

Проверил:

_____А.П. Дворник_____

г. Солигорск
20__ г.