

**ГОРНЫЕ МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ**

**МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Учебно-методический комплекс
для студентов специальности 21.05.04*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2017**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра машиностроения

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

*Учебно-методический комплекс
для студентов специальности 21.05.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2017

УДК 622.232 (08)

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ. Машины и оборудование подземных горных работ: Учебно-методический комплекс / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *Д.А. Юнгмейстер*. СПб, 2017. 117 с.

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с учебной программой и содержит теоретический курс, включающий расчеты основных параметров горных машин для разработки пластовых месторождений, описание конструкций основных машин для добычи угля, методические указания и пример для составления паспорта выбора режима работы очистного механизированного комплекса для заданных условий.

Предназначен для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Подземная разработка пластовых месторождений», а также может быть полезен студентам других специализаций специальности «Горное дело».

Научный редактор проф. *В.В. Габов*

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Горные машины и оборудование» является формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников, обеспечивающих их эффективную инженерную деятельность в Недрах Земли при разведке, добыче и переработки твердых полезных ископаемых, исследовании, проектировании и создании конкурентоспособных технологических машин и оборудования для горнодобывающей промышленности.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение студентами знаний о горных машинах и оборудовании, их роли в области горнодобывающего производства;
- овладение современными методами исследования, проектирования и расчетов режимов работы горных машин;
- формирование навыков практической деятельности в областях производственно-технологической, организационно-управляющей, научно-исследовательской и проектной, связанной с использованием горных машин и оборудования;
- развитие способностей аргументированного обоснования целесообразности технических решений и мотиваций к самостоятельному повышению уровня профессиональных знаний и навыков в области профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Горные машины и оборудование» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело».

Для изучения дисциплины «Горные машины и оборудование», приобретения необходимых знаний, умений и компетенций студент должен обладать соответствующими знаниями, умениями и компетенциями, полученными им при изучении дисциплин гуманитарного, социального цикла (философия, иностранный язык, история), математического и естественнонаучного цикла (математика, физика, химия, геология и информатика), а также ряда дисциплин

профессионального цикла (начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика, теоретическая механика, прикладная механика, сопротивление материалов, электрические машины и электропривод машин, гидромеханика, термодинамика, материаловедение, основы горного дела, геомеханика).

Учебная дисциплина «Горные машины и оборудование» является предшествующей для ряда учебных дисциплин по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» и на основе знаний, умений и компетенций, приобретенных студентом в процессе ее изучения, формируются соответствующие знания, умения и компетенции для последующих учебных дисциплин («Горные машины и оборудование, горные машины и оборудование для подземных работ», «Конструирование горных машин и оборудования», «Эксплуатация горных машин и оборудования», «Техническое обслуживание и ремонт горных машин и оборудования», «Исследование и проектирование горных машин и оборудования (по специализациям)», «Динамика и прочность», «Теория надежности горных машин и оборудования», «Электрические машины и электропривод»).

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование обучающихся следующих компетенций:

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- терминологию в области горных машин, типы, модификации и устройство горных машин и оборудования;
- методики выбора рациональных параметров машин и их исполнительных органов для конкретных горно-геологических условий;
- методики расчета нагрузок машин и выбора их рациональных режимов работы;
- правила эффективной и безопасной эксплуатации горных машин и оборудования в условиях горных предприятий, их технического обслуживания и ремонта.

Уметь:

- проверять техническое состояние горных машин и оборудования;
- организовывать профилактический осмотр, наладку, монтаж, демонтаж, сдачу оборудования в ремонт и приемку поступающего оборудования.

Владеть:

- основами эксплуатации, ремонта и технического обслуживания горных машин и оборудования;
- программными продуктами общего и специального назначения по расчетам нагрузок, режимов работы, производительности, составления планов ТО и ремонта и контроля качества их исполнения.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Аудиторные занятия (всего)	68	67	1
В том числе:	-	-	-
Лекции	34	34	-
Практические занятия (ПЗ)	17	16	1
Семинары (С)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	17	17	-
Самостоятельная работа (всего)	76	58	18
В том числе:	-	-	-
Курсовая работа	18	-	18
Расчетно-графические работы	5	5	-
Реферат	5	5	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48	-

Продолжение таблицы 1

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		6	7
Подготовка к лабораторным работам	17	1×17=17	-
Домашнее задание	31	31	-
Вид промежуточной аттестации (дифференцированный зачет - ДЗ, экзамен – Э, курсовая работа – Р).	ДЗ, Р	ДЗ	Р
Общая трудоемкость	час	144	125
	зач. ед.	4	3,5
		18	0,5

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основные понятия и определения, классификация	Терминология общая и специальная, особенности горных машин, классификация. Структура горной машины.
2.	Основы теории разрушения горного массива рабочим инструментом горных машин	Рабочий инструмент горных машин; геометрические конструктивные параметры, классификация, расчет нагрузок.
3.	Выемочные машины для подземных работ	Очистные комбайны; классификация, устройство (исполнительные органы, механизмы резания и подачи), выбор параметров исполнительных органов, технология и режимы работы: силовые, энергетические характеристики, расчеты нагрузок, производительности и ресурса. Струговые установки: общее устройство, выбор параметров исполнительного органа, конвеероструговые исполнительные органы. Расчеты нагрузок, производительности струговых установок.

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
4.	Очистные комплексы и агрегаты для подземных работ.	Назначение и область применения очистных комплексов и агрегатов. Общее устройство комплексов и агрегатов. Механизированные крепи. Гидросистемы и гидрооборудование комплексов и агрегатов. Режимы работы и расчет производительности механизированных комплексов и агрегатов.
5.	Проходческие комбайны и комплексы.	Виды горных выработок и способы их проведения. Классификация горнопроходческих комбайнов и комплексов. Устройство, принцип действия и конструктивные особенности комбайнов и комплексов по классификационным группам. Исполнительные органы, механизмы перемещения и подачи, погрузочные устройства комбайнов избирательного и бурового действия. Механизмы установки постоянной и временной крепи. Комплексы для проведения выработок в шахтах, рудниках, для проведения транспортных тоннелей по слабым, средней крепости и крепим породам. Расчеты нагрузок на исполнительных органах, режимов работы и производительности

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
6.	Буровые машины и оборудование для подземных работ	Классификация способов и технических средств бурения шпуров и скважин в подземных условиях. Устройство машин для бурения шпуров (сверла, перфораторы, навесное бурильное оборудование, бурильные установки), буровых станков и тяжелых буровых машин. Выбор и расчет параметров буровых машин, скорости бурения и производительности. Вспомогательное оборудование бурильных и буровых машин, станков и установок для подземных работ.
7.	Основные машины для открытых горных работ	Классификация и конструкции экскаваторов и буровых станков. Расчеты нагрузок и производительности экскаваторов и буровых станков.
8.	Технические средства и системы контроля режимов работы и технического состояния ГМ и О.	Технические средства и системы контроля технического состояния горных машин и оборудования и управления режимами их работы. Основные направления развития горных машин и оборудования для подземных работ и пути повышения эффективности их эксплуатации.

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семинары	СРС	Всего час.
1.	Основные понятия и определения, классификация	2	-	-	-	-	2

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семинары	СРС	Всего час.
2.	Основы теории разрушения горного массива рабочим инструментом горных машин	4	2	-	-	14	20
3.	Выемочные машины для подземных и открытых работ	6	4	4	-	22	36
4.	Очистные комплексы и агрегаты для подземных работ	6	4	4	-	18	32
5.	Проходческие комбайны и комплексы	6	2	4	-	6	18
6.	Буровые машины и оборудование для подземных работ	4	2	3	-	14	21
7.	Основные машины для открытых горных работ	4	2	2	-	2	8

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семинары	СРС	Всего час.
8.	Вспомогательное оборудование и системы. Направление развития ГМ и О и повышения эффективности их эксплуатации	2	1	-	-	-	3
Итого:		34	17	17	-	76	144

6. Лабораторный практикум

Таблица 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
Лабораторная № 1			
1.	3	Механизм резания (очистных комбайнов) - по схеме РКУ	2
2.	3	Механизм подачи очистных комбайнов: - гидравлический	2
3.	3	Компановочные схемы добычных комбайнов. Схемы растановки резцов на шнеке	2

Продолжение таблицы 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
4.	4	Очистной комплекс с поддерживающей крепью	2
5.	4	Струговая установка	2
Лабораторная № 2			
6	5	Проходческий комбайн избирательного действия	2
7.	5	Проходческий комбайн бурового действия	1
8.	6	Перфораторы. Бурильная установка типа УБШ	2
9.	6	Экскаватор ЭКГ. Буровой станок шарошечного бурения СБШ	2
Итого:			17

7. Практические занятия (семинары)

Таблица 5

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)
1.	2	Выбор типа резцов и расчет нагрузок на резцы	2
2.	3	Выбор параметров шнековых исполнительных органов очистных комбайнов и расчет нагрузок на исполнительных органах	2
3.	3	Расчет нагрузок на привод очистных комбайнов и построение силовых и энергетических характеристик	2
4.	3	Расчет производительности выемочных машин	4
5.	4	Паспорт выбора режима работы комбайна	4
6.	6	Расчет параметров ударника. Выбор УШБ и расчет ее производительности	1
7.	6	Расчет параметров и производительности экскаватора	2
Итого:			17

8. Примерная тематика курсовых работ:

1. Обоснование типа и параметров оборудования для проведения выработок.
2. Обоснование типа и параметров оборудования для ведения добычных работ.

ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ

Общие сведения

Горные машины предназначены для отделения полезного ископаемого от массива, доставки его и транспортирования, закрепления вновь образованного пространства, проведения выработок различного назначения и для закладки.

Классификация горных машин по способу отделения от массива

1. Самый древний способ – *механический* (в основе лежит резание или удар).
2. Гидравлический способ.
3. Физические способы (лазерное, тепловое, СВЧ-воздействия).
4. Комбинированный способ (механо-гидравлический).

Классификация горных машин по условиям работы

1. Горные машины для шахт (разработка пластовых месторождений).
2. Горные машины для рудников и разработки рудных месторождений.
3. Горные машины для открытых работ.

Все горные машины обладают свойствами:

- 1) испытывают высокодинамическую, случайную, нестационарную нагрузку.
- 2) имеют общие методы расчета нагрузок, ресурса и производительности.
- 3) переменность передаточной функции привода машин.
- 4) имеют общую структурную схему, включающую:

исполнительный орган, который формирует нагрузку машины; редуктор исполнительного органа; двигатель; привод подачи, обеспечивающий внедрение исполнительного органа в породу; механизм перемещения машины (может быть совмещен с приводом

подачи); механизм погрузки или экскавации разрушаемой породы от забоя (может быть совмещен с исполнительным органом).

Горные машины испытывают динамические нагрузки случайного характера, которые можно прогнозировать; которые зависят от геологического строения рудного тела и которые заставляют применять высокие коэффициенты запасов прочности машин.

Этапы развития угледобывающей техники

1. Частично механизированная добыча.

Особенности работы: крепление деревянными стойками, широкозахватный комбайн.

Недостатки: высокий травматизм рабочих, низкая производительность, большой объем ручных работ.

2. Механизированная добыча.

Особенности работы: механические стойки для крепления, комбайн работает со става конвейера.

Недостатки работы: те же, что и в п.1, но трудоемкость выполнения операций ниже.

3. Комплексная механизация.

Особенности работы: узкозахватный комбайн, изгибающийся скребковый конвейер и механизированная крепь связаны между собой кинематически.

Физико-механические свойства пород

Горные породы обладают: крепостью, прочностью, образованностью, хрупкостью, вязкостью.

Крепость (f) – способность породы сопротивляться разрушению.

$$f \approx \sigma_{сж}/10, \text{ МПа}$$

Сопротивляемость угля резанию:

$$A_p = z/h, \text{ кН/м; Н/мм}$$

A_p – интегральный показатель крепости (сопротивляемость угля резанию) позволяет учитывать сложное состояние угля в подземных условиях, в том числе позволяет учитывать свойства отжима угля. Определяется с помощью прибора ДКС (динамометр крупного скола) и находится в справочниках характеристик свойств углей.

Крупность угля (E) – безразмерный показатель. $E=1,8\div 8$. (чем больше E, тем выше крупность).

Производительность добычных комплексов

1. Производительность теоретическая – объем добытого полезного ископаемого в единицу времени при непрерывной работе добычного комбайна.

2. Техническая производительность – объем добытого полезного ископаемого в единицу времени с учетом технически регламентированных простоев.

3. Эксплуатационная производительность – объем добытого ПИ в единицу времени при эксплуатационных простоях.

Очистной механизированный комплекс (ОМК) представляет собой кинематически увязанные между собой три машины: узкозахватный добычной комбайн, изгибающийся скребковый конвейер и механизированную крепь (гидравлическую).

В общем виде тип и типоразмер очистной машины определяются, исходя из большого количества факторов: мощность и угол падения пласта, его строение, сопротивляемость угля разрушению, свойства пород кровли и почвы, газообильность, склонность к внезапным выбросам угля и газа, наличие тектонических нарушений и пр. При выборе очистного комплекса необходимо учитывать не только технические характеристики машин, но и фактические горно-геологические и горно-технические условия конкретной лавы.

ОМК выбирается в соответствии с индивидуальным заданием студента.

Задача выбора определенного типа ОМК для заданных условий упрощена и производится по двум показателям: крепости (т.е.

сопротивляемости угля резанию A_p) и мощности пласта угля (H_p). Выбор производится на основе сравнения заданных показателей с заявленными в технической характеристике того или иного ОМК. Таким образом, студентам необходимо по своему варианту задания определить показатели мощности пласта и сопротивляемости угля резанию, после чего выбрать подходящий комплекс. Большинству ОМК подходит несколько типов комбайнов, поэтому необходимо определить, какие типы подходят для данного комплекса и выбрать рациональный тип добычного комбайна «Параметры добычных комбайнов».

Далее должно быть приведено краткое описание конструкции выбранного добычного комбайна со всеми паспортными характеристиками. В упрощенном виде рекомендуемая скорость подачи и приближенное значение производительности (Q) может быть определено на основе величины удельных энергозатрат на выемку угля H_w , (кВтч/т), которая определяется, например, для комбайнов Горловского машиностроительного завода из графика зависимости H_w от сопротивляемости вязких углей резанию A_p

В этом случае максимальная скорость комбайна при выемке угля:

$$v_n = P_{уст} / (60 \cdot B_3 \cdot H_p \cdot H_w \cdot \gamma), \text{ м/с,}$$

где: $P_{уст} = (0,9 - 1,1)P_{длит}$ - устойчивая мощность электродвигателя комбайна; $P_{длит}$ - длительная мощность двигателя комбайна, кВт. По рассчитанной скорости подачи v_n , может быть найдено значение производительности ОМК.

В случаи отсутствия H_w и параметров развертки исполнительного органа в справочных данных для данного типа комбайна потребуется самостоятельно построить развертку и определять рациональную скорость подачи комбайна на основе его энергетической характеристики с использованием программы «Wild Cats» установленной в компьютерном классе кафедры КГМ и ТМ.

Определение технически обоснованной производительности комбайна

Технически обоснованная производительность комбайна (теоретическая, техническая, эксплуатационная) [2-6] характеризует максимально возможную производительность с учетом свойств данной машины и условий ее работы. Она, так же как и производительность буровых машин не зависит от необоснованных простоев и должна учитывать только организационные и технические перерывы в работе.

Производительность ОМК зависит от многих факторов (формула будет представлена ниже), но основным регулируемым параметром является скорость подачи комбайна, определяемая на основании проведения расчетов и построения энергетической характеристики выбранного комбайна.

Построение этой характеристики производится с использованием специально созданных программ. Но для определения исходных данных необходимо произвести ряд расчетов в последовательности, представленной ниже.

1. Условно задается величина скорости подачи.

Для первоначального варианта расчета в качестве базовой скорости подачи v_n , относительно которой программа осуществляет разброс фактических значений v_n , может быть принято любое значение v_n в пределах рабочего диапазона разброса 0,001... 0,1 м/с. Рекомендуемое значение базовой скорости подачи $v_n = 0,05$ м/с. Это средняя скорость подачи добычных комбайнов шахт РФ в 1990 году.

2. Средняя толщина стружки

$$h_{cp} = \frac{200 \cdot v_n \cdot D_p}{v_p \cdot m_i}, \text{ где}$$

v_n – скорость подачи, м/с;

D_p – диаметр шнека по резцам, м;

v_p – скорость резания (минимальная скорость на резце), м/с;

m_i – число резцов в линии резания.

3. Сопротивляемость угля резанию A_p – это интегральный эмпирический показатель крепости угля, учитывающий эффект отжима угля, в рамках данного задания сопротивляемость угля резанию задается.

4. Развертка шнека (см. Рис.1) как правило, задается по заводским данным.

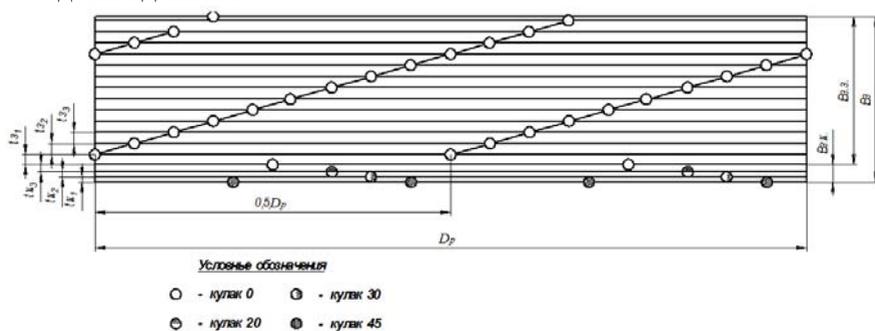


Рис. 1. Развертка шнека очистного комбайна

t_{K_i} , t_{3_i} - расстояние между соседними линиями резания (шаги резания) в кутковой и забойной части исполнительного органа; D_p – диаметр шнека по резцам; $B_{3.K}$, $B_{3.3}$ - ширина захвата кутковой и забойной части исполнительного органа комбайна.

Нижняя часть $B_{3.K}$ развертки (см. рис. 1) называется кутковой, верхняя (все остальное) $B_{3.3}$ – линейной (забойной). Резцы, расположенные в забойной части развертки шнека, как показано на рисунке 1, установлены по два в каждой линии резания и располагаются в линию. Основные параметры развертки (расстояние между соседними линиями резания (шаг резания) - t_{K_i} , t_{3_i} ; количество резцов в каждой линии резания - m_i и угол установки резца в направлении подачи β , град) берутся по паспортным данным заводского варианта развертки шнека выбранного добычного комбайна.

5. Если паспортные данные заводского варианта развертки шнека выбранного добычного комбайна отсутствуют, то основные параметры развертки (расстояние между соседними линиями резания (шаг резания) - t_{k_i}, t_{z_i} ; количество резцов в каждой линии резания - m_i и угол установки резца в направлении подачи β , град) рассчитываются следующим образом:

$$t_z = t_{opt} = b_p + E\sqrt{h_{CP}},$$

где t_z – расстояние между линиями в забойной части; E – хрупкость пласта (принимается от 1,6 – хрупкие – до 8 – вязкие)

b_p – ширина режущей части резца, мм.

$$t_{k3} = 0,8t_z; \quad m_{k3} = m_z; \quad \beta_{k3} = 15^\circ;$$

$$t_{k2} = 0,6t_z; \quad m_{k2} = m_z + 1; \quad \beta_{k2} = 30^\circ; \quad ,$$

$$t_{k1} = 0,4t_z; \quad m_{k1} = m_z + 1(2); \quad \beta_{k1} = 45^\circ;$$

где t_{k_i} – расстояние между линиями в кутковой части; m_{k_i} – количество резцов в линии резания кутковой части.

6. Коэффициенты охвата и ослабления:

Коэффициент охвата шнека определяется по следующей формуле:

$$Kqi = \frac{H_p - D_{P_i}}{D_{P_i}},$$

где H_p – мощность пласта, м;

D_{P_i} – диаметр шнека, для которого мы считаем коэффициент охвата, м;

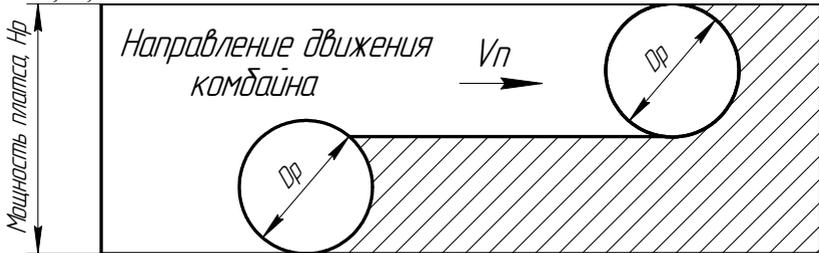


Рис. 2 - схема обработки забоя шнеками комбайна

Передний шнек всегда верхний, охвачен на 180 градусов (см. рис. 2), коэффициент его охвата $k_{q1}=1$, а отстающий шнек всегда нижний, $k_{q2} = (H_p - D_p)/D_p$.

Коэффициент ослабления берется равным соответственно для первого шнека (опережающего, верхнего) $K_{oc1}=1$ и для второго шнека (отстающего, нижнего) в упрощенном случае для двухшнекового комбайна $K_{oc2}=0,7$.

6. В соответствии с ОСТ могут быть проведены расчеты основных параметров с использованием в основном эмпирических формул ОСТ по следующей логической цепочке:

$$v_n \rightarrow h_{cp} \rightarrow Z_{X0} \rightarrow Z_X, Z_Y \rightarrow F_{P_{1,2}} \rightarrow F_{II} \rightarrow P_p, P_{II} \rightarrow P_1, \text{ где:}$$

Z_{X0}, Z_X, Z_Y - соответственно сила резания на остром, затупленном резце, сила подачи на затупленном резце; P_1 - суммарная потребляемая комбайном мощность (кВт),

$$P_1 = \frac{P_p + P_{II} + P_{ПОГР}}{\eta_{ЭЛ}};$$

$P_p, P_{II}, P_{ПОГР}$ - мощности, затрачиваемые комбайном соответственно на резание, подачу и погрузку угля;

$$P_p = \frac{(F_{p1} + F_{p2}) \cdot v_p}{1000 \cdot \eta_p}; F_{p1} \text{ и } F_{p2} - \text{ сила резания на 1-м и 2-м шнеках;}$$

$\eta_{ЭЛ}, \eta_p$ - КПД соответственно электродвигателя и режущей части комбайна.

Эта цепочка расчетов реализована в алгоритме и является основой компьютерной программы.

8. Выполнение расчетов по указанному выше алгоритму позволяет получить любое число пар чисел v_n и P_1 , на основе которых строится зависимость $P_1 = f(v_n)$, называемая энергетической характеристикой.

Определение величин в п.п. 1-7 является основой подготовки исходных данных для использования компьютерной программы «Wild Cats», позволяющей осуществить построение энергетической

характеристики комбайна и определение рациональной производительности ОМК.

Подготовка исходных данных для построения энергетической характеристики комбайна

В общем виде энергетическая характеристика представляет собой график зависимости суммарной потребляемой комбайном мощности от скорости подачи. Построение энергетической характеристики осуществляется в процессе создания паспорта режима работы комбайна, на основании которого определяются его рациональный режим работы, соответствующая ему скорость подачи и технически обоснованная производительность ОМК.

Энергетическая характеристика выбранного оборудования строится по определенному алгоритму расчета потребляемой мощности добычного комбайна для различных значений рабочих скоростей подачи. На основании этого алгоритма была разработана программа расчета «Wild Cats», обращаясь к которой, пользователь работает последовательно с двумя окнами: в первое он вносит исходные значения, а во втором получает результат работы программы [10-11].

Первое окно представлено на рис. 3. В данном случае показан конечный результат заполнения всех полей окна. Треть окна слева занимает столбец основных исходных данных, в основном заполняемый в соответствии с полученным заданием «Параметры добычных комбайнов».

Ширина режущей кромки резца B_r принимается в соответствии с типом резца установленного на комбайне (в примере на рис. 2 - B_r равняется 1 см).

Хрупкость пласта E задается в наборе исходных данных ($E = 1,6 \div 8$).

Площадка притупления принимается равной 1 см^2 для затупленных резцов и $0,01 \text{ см}^2$ для острых (степень притупления резца оговаривается при получении задания).

Коэффициенты трения F_1 и F_2 принимаются равными соответственно 0,3 и 0,4.

Коэффициенты охвата и ослабления шнеков определяется по указанной выше формуле (смотри п.6).

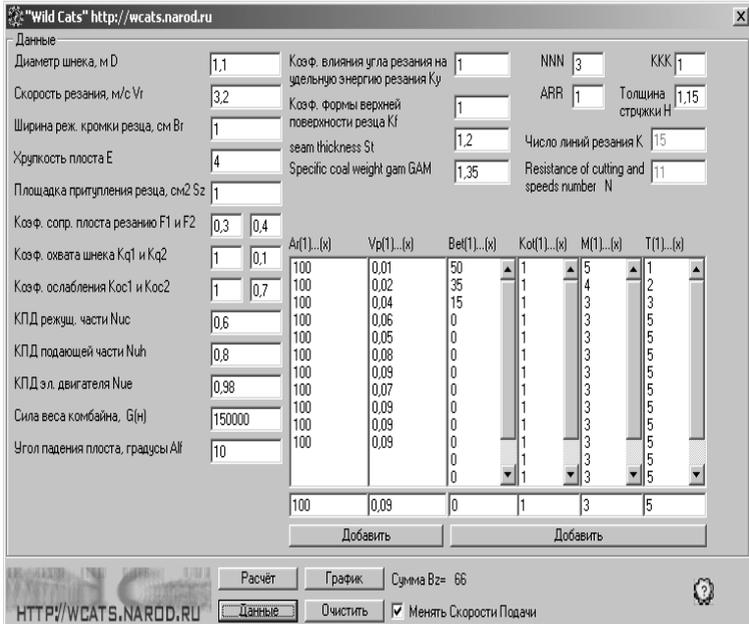


Рис. 3. Окно ввода исходных значений для расчета на ЭВМ

Следующая группа показателей в столбце представляет собой характеристику компонентов комбайна, а именно КПД режущей части (в рамках задания принимается $0,6 \div 0,87$), КПД подающей части принимается 0,6 и КПД электродвигателя принимается $0,96 \div 0,98$.

Предпоследней характеристикой является сила веса комбайна (H).

Во втором столбце необходимо заполнить значения в двух ячейках – seam thickness, St (мощность пласта) и Specific coal weight gam, GAM (плотность угля). Оба ставятся в соответствии с заданием.

Если в задании не указана плотность, то она принимается $1,35 \text{ т/м}^3$ как стандартная для угля.

Далее заполняются четыре ячейки в верхнем правом углу окна. Они соответственно, из себя представляют:

NNN – количество проводимых итераций (в общем случае принимается равным 3).

ARR – коэффициент, моделирующий крепость породы. Этот коэффициент показывает, насколько крепость породы отклоняется от среднего значения. Если ARR равен 1, то это будет означать, что крепость не меняется.

ККК – коэффициент, учитывающий изменение скорости подачи комбайна. Так же, как и предыдущий, этот коэффициент определяет разброс значений скорости подачи вокруг среднего. Если ККК равняется 1,3, то это означает, что максимальный разброс скорости подачи вокруг среднего значения будет составлять 30%.

Толщина стружки заносится та, которая была получена в ходе предварительных расчетов, описанных выше.

Число линий резания берется из развертки шнека, путем суммирования общего количества кутковых и забойных линий резания.

После записи перечисленных параметров заполняются таблицы, расположенные в большей части окна в правом нижнем углу.

Заполнение производится путем ввода данных в специальную строку, расположенную под телом таблицы над кнопками «Добавить». Значения параметров последовательно заносятся в соответствующие ячейки, после чего нажатием на кнопку «Добавить» введенные данные появляются в теле таблицы.

Сначала заполняются первые два левых столбца (сопротивляемость резанию и скорость подачи). В упрощенном варианте выполнения задания первый параметр указывается в соответствии с вариантом задания, одинаковым во всех строках. Но это не означает, что этот параметр неизменен в процессе расчета. Изменение учитывается коэффициентом ARR.

Скорость подачи записывается в соответствии с реальным поведением машины в процессе разгона и ограничивается максимально допустимой для данного комбайна скоростью. Таким образом, необходимо записывать скорости в процессе увеличения с момента пуска двигателя до момента максимального разгона комбайна и его возможного торможения в процессе работы.

Для полноты и представительности получаемых значений в ходе определения энергетической характеристики необходимо вводить по 10-12 значений сопротивляемости резанию и скорости подачи.

Оставшиеся четыре правых нижних столбца представляют собой параметры развертки шнека: значения соответственно угла установки резцов, коэффициента отжима, количество резцов в линии резания, расстояния между линиями резания. Заполнение столбцов этой части окна производится в соответствии с разверткой шнека (смотри п.5). Величина коэффициента отжима устанавливается в соответствии с индивидуальным заданием, в упрощенном случае может приниматься равным 1 во всех строках. Количество резцов в каждой линии резания и расстояние между этими линиями резания соответственно так же принимается по паспортным данным заводского варианта развертки шнека комбайна.

Далее, как и в случае с кутковой частью шнека, продолжается заполнение части таблицы, посвященной описанию параметров забойной части шнека. Параметр угла установки резцов остается неизменным для всех забойных резцов, а именно 0° , коэффициент отжима – 1, количество резцов в линии резания и расстояние между линиями – оптимальное по развертке шнека.

Таким образом, развертка шнека вводится в компьютер построчно, каждая строчка обозначает параметры резцов в конкретной линии резания, добавление которых производится до тех пор, пока параметр «Сумма Vz», расположенный под таблицей справа от четырех кнопок, не станет равным заданной ширине захвата, значение которого должно соответствовать характеристике применяемого оборудования (параметрам добычных комбайнов).

После заполнения таблицы необходимо провести сам расчет, предварительно поставив галочку в окне напротив строки «Менять скорости подачи», расположенной справа в самом низу окна программы. После ввода параметров развертки шнека необходимо нажать на кнопку «Расчет», и, после некоторой паузы, – на кнопку «График».

Это действие переводит к следующему окну на мониторе, представленному на рис. 4.

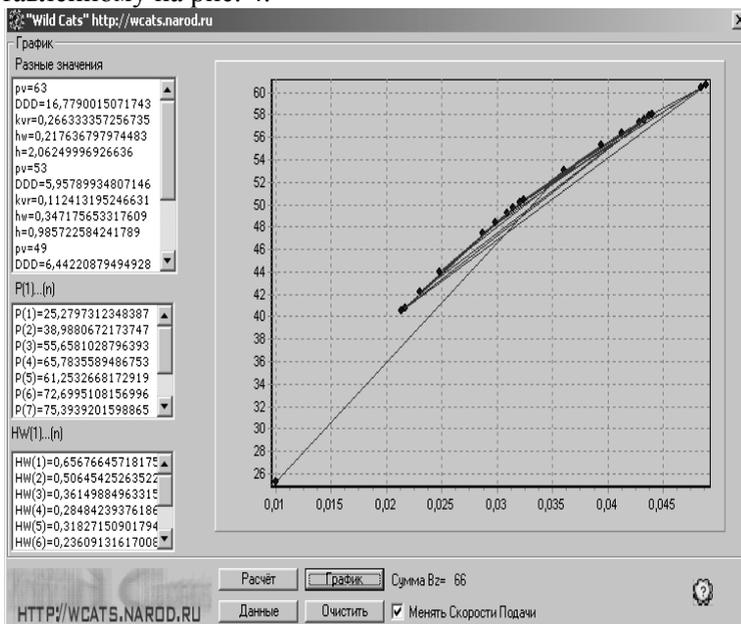


Рис. 4. График энергетической характеристики комбайна

В этом окне дан результат проведенных компьютером расчетов и график фрагмента энергетической характеристики комбайна в необходимых координатах. Этот график пригоден для определения рациональной скорости подачи, но не достаточен для построения паспорта выбора режима работы комбайна.

На данном этапе работа с программой заканчивается фиксацией полученных данных.

Студентам необходимо построить собственно энергетическую характеристику. Это может быть сделано либо вручную на миллиметровой бумаге, либо на компьютере в MS Excel. Основное требование, предъявляемое к графику, который надо построить на основе исходного, выдаваемого программой – это наличие начала координат, а также соответствие этого графика остальным требованиям, предъявляемым к такого рода построениям.

При моделировании реальной ситуации работы добычного комплекса энергетическая характеристика не всегда описывается прямой линией, так что для получения собственно графика необходимо провести аппроксимацию. Полученная линия и будет графиком энергетической характеристики. Этот график применим для определения рациональной скорости подачи комбайна. Первоначально находится устойчивая мощность электродвигателя выбранного комбайна $P_{уст}$ («Параметры добычных комбайнов») и откладывается в масштабе на графике. Далее через эту точку на оси ординат проводится линия, параллельная оси абсцисс. Также необходимо отметить точку, соответствующую потерям мощности комбайна на холостом ходу, приближенно определяемым как 10% от устойчивой мощности $P_{уст}$. Эта точка является началом графика энергетической характеристики.

На следующем этапе находим точку пересечения линии, проведенной через $P_{уст}$, с энергетической характеристикой. Получив точку пересечения, опускаем перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения перпендикуляра с осью и будет показывать рациональную (оптимальную) скорость подачи комбайна, которую необходимо учитывать в дальнейших расчетах.

Факторы ограничения скорости подачи комбайна

Как указано выше устойчивая работа комбайна возможна при обеспечении нормального теплового режима работы комбайнового двигателя. На энергетической характеристике этот режим характеризуется рекомендуемой скоростью подачи комбайна или первым ограничением его скорости подачи. Эта скорость (как говорилось выше) определяется в соответствующей точке

пересечения энергетической характеристики и линии, обозначающей величину установленной (устойчивой) мощности комбайновых двигателей.

Ограничение по условию транспортирования отбитой горной массы

Выбор типа комплекса, как правило, предопределяет выбор типа забойного конвейера, так как каждый комплекс включает в себя конвейер. Необходимо проверить соответствие производительности конвейера и добычной машины.

Для нормальной работы комплекса производительность забойного конвейера должна соответствовать условию:

$$Q_{кон} \geq 1,2Q_{комб};$$

Из этого выражения можно найти скорость подачи комбайна в зависимости от производительности конвейера, м/с:

$$V_{П.К} = \frac{v_{ц} \cdot B_{ж} \cdot h_{ж} \cdot \psi}{1,2 \cdot H_p \cdot B_3},$$

где $v_{ц}$ - скорость движения цепи скребкового конвейера, м/с;

$B_{ж}, h_{ж}$ – рабочая ширина и высота желоба конвейера, м; $\psi = 0,9$ - коэффициент использования объёма желоба; H_p - мощность пласта, м; B_3 – ширина захвата, равная 0,5; 0,63 или 0,83 м.

Ограничение по условию крепления

Паспорт режима работы комбайна может быть получен построением энергетических характеристик, рассчитанных для различных значений A_p по программе «Wild Cats» и совмещенных с характеристиками скоростей подачи комбайна, рассчитанных с учетом технологических требований и ограничивающих скорость подачи комбайна. Основной такой ограничительной скоростью, как правило, является скорость передвижения секций механизированной крепи $v_{кр}$. Для нормальной работы комплекса должно выполняться условие:

$$v_{кр} = k \cdot v_{кр}^* \geq v_n,$$

где $v_{кр}^*$ - скорость крепления, регламентированная заводом изготовителем для нормальных условий работы; k – коэффициент, учитывающий горно-геологические условия очистного забоя: для хороших условий (спокойная почва, кровля и устойчивая мощность пласта) $k = 0,9 \div 0,8$; для средних условий (пласт имеет неровную гипсометрию, а кровля не всегда просто управляется) $k = 0,6 \div 0,8$; для тяжелых условий (возможны геологические нарушения пласта, вывалы кровли, пучение почвы) $k = 0,2 \div 0,4$.

Ориентировочно скорость крепления $v_{кр}^*$ для различных типов крепи может быть определена по следующим данным:

Тип крепи	M87	MK97	Донбасс	MK	ОКП
$v_{кр}^*$, м/мин	5,5	4,8	4,6	4,0	2,1

Фактическое значение скорости передвижения секций механизированной крепи:

$$v_{кр} = \frac{\ell_{кр}}{t_{кр}} - \text{скорость крепления, м/мин,}$$

где $\ell_{кр}$ - шаг установки секции крепи, м; $t_{кр}$ - фактическое время на передвижку одной секции, мин. Время операций передвижки секции определяется индивидуально для конкретных горно-геологических условий работы данного типа крепи.

Ограничение по условию проветривания

Скорость подачи добычной машины, при которой обеспечивается необходимое проветривание лавы, м/с:

$$v_n \leq \frac{S \cdot v_{\max} \cdot d \cdot K_{\text{в.н.}}}{100 \cdot H_p \cdot B_3 \cdot \gamma \cdot n \cdot g_0}, \quad \text{м/с,}$$

где S – площадь сечения рабочего пространства лавы, для прохода воздушной струи, м^2 ; v_{max} – максимальная скорость движения воздуха в лаве, $v_{\text{max}} = 4$ м/с; $d = 1$ % – допустимая концентрация метана в исходящей струе; $K_{\text{в.п.}}$ – коэффициент, учитывающий движение воздуха по выработанному пространству, $K_{\text{в.п.}} = 1 \div 1,5$; n – коэффициент естественной дегазации пласта, $n = 1$; g_0 – метанообильность разрабатываемого пласта, $\text{м}^3/\text{т}$.

Ограничение по условию вылета резцов

$$v_{\text{н.в.р.}} \leq \frac{0,8 \cdot l_p \cdot v_p \cdot m_i}{\pi \cdot D_p},$$

где l_p – конструктивный вылет для резца, установленного на исполнительном органе комбайна, см;

m_i – число резцов в линии резанья;

v_p – скорость резания, м/с;

D_p – диаметр шнека по резцам, м.

Ограничение по условию рациональной отработки ресурса

Скорость подачи добычной машины необходимо проверить по условию максимальной наработки. При этом может быть рассчитана оптимальная скорость подачи, при которой максимальная производительность комплекса достигается за счет наиболее рациональной отработки ресурса добычной машины.

Срок службы комбайна зависит от интенсивности использования энергоресурса машины, в основном определяющего ресурс машины и время между ремонтами. Под руководством М.Д. Коломийцова результаты многочисленных шахтных испытаний серийных добычных комбайнов были сопоставлены с результатами испытаний комбайнов на специальном стенде, который позволяет нагружать режущую часть комбайна посредством генераторов и произвольно задавать характер нагрузки с помощью специального устройства. В процессе экспериментов замерялись потребляемая

мощность, отдаваемая в сеть тиристорами, токи, напряжение и другие параметры.

Энергоресурс K_k - величина постоянная, равная суммарным потерям мощности в приводе за период отработки ресурса машины T_p и не зависящая от нагрузки привода, если ее величина не превышает допустимого предела. По известным энергоресурсу K_k (100000 кВт·ч для комбайнов легкого класса типа, например КШ-1КГ) и потерям мощности в приводе ΔP_k можно прогнозировать количество угля, которое добудет комбайн в межремонтный период,

$$Q = 3600 \cdot T_p \cdot v_n \cdot H_p \cdot B_3 \cdot \gamma,$$

где T_p - период отработки ресурса; v_n - скорость подачи комбайна м/мин; H_p - мощность пласта, м; B_3 - ширина захвата, м; γ - плотность угля в массиве т/м³;

Оптимальная скорость подачи:

$$v_{n.opt.} = \sqrt{\frac{P_x \cdot (a_c + 1)}{K_a \cdot K_v \cdot B^l}},$$

где P_x - мощность холостого хода комбайна, кВт.

Значение параметров, входящих в уравнение по определению оптимальной скорости подачи:

Комбайн	a_c	$K_A, \text{кВт}^{-1}$	$K_V, \text{кДж/м}$	$P_x, \text{кВт}$
КШ1КГ	0,38	0,005	1500	8,3
1ГШ68	0,40	0,004	1700	15,0
1К-101	0,30	0,006	1400	7,0
КШ-3М	0,45	0,003	2000	20,0

a_c - интенсивность роста потерь мощности в приводе при статической нагрузке; K_A - интенсивность роста потерь мощности в приводе с увеличением среднеквадратического отклонения колебаний нагрузки, кВт⁻¹; K_v - интенсивность роста среднеквадратического отклонения мощности на единицу скорости подачи, кДж/м; $B^l = P_p / v_n$, кВт·мин/м

– интенсивность роста средней мощности резанья P_p с увеличением скорости подачи v_n .

Подставляя значения v_n в формулу средней мощности резания, получим:

$$P_p = (0,0025 \cdot n_{p,p} \cdot (\beta_1 \cdot A_p + \gamma_1) \cdot v_p + 122,7 \cdot B_3 \cdot H_p \cdot \delta_1 \cdot A_p \cdot v_n) / \eta_{cp},$$

где $n_{p,p}$ – число одновременно режущих резцов, $n_{p,p} = 15 \div 30$; v_p – скорость резания по техническому паспорту комбайна, м/с; η_{cp} – средневзвешенный КПД от двигателя к исполнительному органу; $\beta_1, \gamma_1, \delta_1$ – эмпирические коэффициенты, зависящие от свойств угля, для донецких углей $\beta_1 = 0,27; \gamma_1 = 46; \delta_1 = 0,06$, для углей Печерского, Кизилевского бассейнов $\beta_1 = 0,5; \gamma_1 = 0; \delta_1 = 0,06$.

Выбор технически обоснованной производительности ОМК

Производительность очистных комбайнов определяется в общем случае количеством полезного ископаемого, добываемого в единицу времени. Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность очистного комбайна.

Теоретическая производительность $Q_{теор}$ (т/мин) определяется количеством угля, добытого комбайном за единицу времени при непрерывной производительной его работе:

$$Q_{теор} = 60 \cdot H_p \cdot B_3 \cdot v_n \cdot \gamma, \text{ т/мин,}$$

где H_p – средняя мощность пласта по длине забоя, м; B_3 – ширина захвата исполнительного органа, м; v_n – полученная по расчету рациональная скорость подачи комбайна, м/с; γ – плотность угля, т/м³;

Из формулы видно, что теоретическая производительность комбайна определяется условиями его работы (H_p, γ), режимными (скорость подачи – v_n) и конструктивными (B_3) параметрами. Именно по теоретической производительности выбирается оборудование всей технологической цепи от забоя до главной транспортной магистрали.

Техническая производительность комбайна Q_{mex} (т/ч) – это среднечасовая производительность за полный цикл выемки угля с учетом затрат времени на выполнение присущих машине вспомогательных операций и на устранение технически и технологически регламентированных отказов.

Всегда $Q_{mex} < Q_{теор}$.

$$Q_{mex} = 60Q_{теор}k_{mex},$$

где $k_{mex} < 1$ – коэффициент технически возможной непрерывности работы комбайна в конкретных условиях эксплуатации.

$$k_{mex} = \frac{T}{T + T_{в.о.}},$$

где T – время производительной работы комбайна по выемке угля, мин/цикл

$$T = \frac{L - l_n}{v_n},$$

где L – длина лавы, м; l_n – длина ниш, м (при безнишевой выемке угля $l_n = 0$);

За время полного цикла работы комбайна общие затраты времени на вспомогательные операции, не совмещенные с его работой составят:

$$T_{в.о.} = T_{м.о.} + T_{к.о.} + T_{з.р.} + T_{у.н.}$$

Значение вспомогательных операций принято следующее:

$T_{м.о.}$ – затраты времени в течение цикла на несомкнутые маневровые операции (холостая проработка машины, перегон машины в исходное положение и т.д.). Это время может приниматься по данным хронометражных наблюдений применительно к конкретному типу комбайна и технологической схеме его работы.

Например, при односторонней схеме выемки $T_{м.о.} = \frac{L}{v_m}$ (v_m –

маневровая скорость перемещения комбайна), при челноковой схеме работы $T_{м.о.} = 0$.

$T_{к.о.}$ – затраты времени на концевые операции, можно принимать в пределах 15 – 30 мин.

При работе узкозахватного комбайна по челноковой схеме концевые операции состоят из подготовки машины к выемке угля в обратном направлении: механизированная перестановка погрузочного устройства, реверсирование исполнительного органа, передвижка концевой головки конвейера, комбайна и крепи к забою и т.д.

$T_{з.р.}$ – затраты времени на замену изношенных резцов при известном их удельном расходе.

$$T_{з.р.} = H_p \cdot \gamma \cdot L \cdot B_3 \cdot Z \cdot t_{з.р.},$$

где L – длина очистного забоя, м;

Z – удельный расход резцов, шт/т;

$t_{з.р.}$ – время на замену одного резца, мин.

Удельный расход резцов зависит от их стойкости, от крепости и абразивности угля. Для наиболее распространенных резцов, армированных твердым сплавом, их расход составляет: при работе на мягких углях ($f=0,7 - 1$) $Z = 0,005-0,01$ шт/т; углях средней крепости ($f=1,0 - 1,5$) $Z = 0,01-0,10$ шт/т; крепких и весьма крепких ($f=2,0$ и более) $Z = 0,1 - 0,25$ шт/т. Время замены одного резца при быстросъемном креплении в резцедержателях составляет около 0,5 мин, при стопорном креплении – 2-3 мин. В среднем время на замену резцов на цикл составляет 10 – 15 мин.

$T_{у.н.}$ – затраты времени на устранение отказов (неполадок и неисправностей) в работе комбайна зависят от его надежности, которая характеризуется коэффициентом готовности k_G ,

$$k_G = \frac{T}{T + T_{у.н.}},$$

где $T_{у.н.}$ - время устранения неисправностей в работе комбайна, мин.

Для узкозахватных комбайнов легкого типа (РКУ10, 2К52М, 1К101У) $k_G = 0,8-0,9$, таким образом:

$$T_{у.н.} = \frac{L}{v_n} \left(\frac{1}{k_G} - 1 \right).$$

В общем случае в формуле расчета технической производительности комбайна может быть использовано упрощенное выражение:

$$k_{\text{тех}} = \frac{T}{T + T_{\text{м.о.}} + T_{\text{к.о.}} + T_{\text{з.р.}} + T_{\text{у.н.}}}.$$

ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМБАЙНЫ

Преимущество выработок пройденных комбайном по сравнению с буро-взрывным способом. Выработка пройденная комбайном служит дольше, ее эксплуатация дешевле, работа в забое безопасней, а следовательно и выше производительность, проще и надежнее внедряется комплексная механизация и в конечном счете проще создать автоматику и безлюдную работу в забое.

Классификация проходческих комбайнов.

Существует два вида проходческих комбайнов:

- 1) буровые (10-15% всех комбайнов);
- 2) стреловидные (85-90%);

По виду буримой породы они делятся на:

- 1) породопроходческие;
- 2) углепроходческие;

Буровые комбайны по конструкции делятся на:

- а) буроскальвающие;
- б) планетарные;

По способу подачи комбайны делятся на:

- 1) гусеничные;
- 2) гидравлическо-шагающие;
- 3) комбинированном ходу (гусеничный ход и гидроподача на

забой гидроцилиндрами исполнительного органа).

Гидравлически шагающая подача: Распорная балка с помощью гидроцилиндров распирается в боковые стенки выработки. Силовые гидроцилиндры обеспечивают подачу исполнительного органа с комбайном. Затем снимается распорное усилие с балки и она этими же цилиндрами подтягивается к комбайну и снова распирается.

Таковыми механизмами оборудованы тяжелые породопроходческие комбайны, которые требуют больших усилий подачи и применяются при проходке выработок большой протяженности.

Стреловидный комбайн: коронка на стреле вращается и может перемещаться вместе со стрелой и поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Вместо коронки конической формы могут применяться два барабана.

Достоинства стреловидных комбайнов: высокая маневренность, возможность проходки выработок различного сечения, возможность раздельной выемки угля и породы, сравнительно небольшая масса, а отсюда и стоимость машины, простота конструкции.

Недостатки: возникновение значительных опрокидных моментов, значительные динамические нагрузки на рабочем оборудовании (стрела, подшипники и т.д.), плохая работа в выработках большого сечения, проходка выработок осуществляется по породам с высокой крепостью, недостаточно эффективная работа коронок, невысокая производительность.

БУРОВАЯ ТЕХНИКА

Классификация буровых машин

По способу разрушения горных пород буровые машины делятся на пять основных групп: вращательного, ударно-поворотного, ударно-вращательного, вращательно-ударного и вибрационного бурения.

1) Вращательное бурение:

а) станки шарошечные (на открытых работах);

б) станки алмазного бурения (на открытых и подземных работах);

в) станки с твердосплавными резцами (в подземных условиях для бурения скважин небольшого диаметра (менее 70 мм) по породам небольшой крепости, а на карьерах применяется для бурения скважин диаметром более 70 мм на мягких породах);

г) сверла ручные и колонковые (для бурения шпуров в мягких породах);

д) самоходные станки с манипуляторами и бурильными головками вращательного действия (типа УБШ);

е) сбоечно-буровые машины СБМ (для проведения выработок в подземных условиях);

ж) шнекобуровые машины (для добычи угля выбуриванием, применяются в США на шахтах и карьерах);

2) Ударно-поворотное бурение - перфораторы:

- переносные ПП-54,63,36;

- колонковые ПК-75,60;

- телескопные ТП-36,45;

Недостатками всех перфораторов являются: невысокая производительность, повышенная вибрация, низкий КПД. Их широкое применение в различных областях строительной, горной промышленности объясняется их высокой мобильностью и универсальностью.

3) Ударно-вращательное бурение:

Непрерывное независимое вращение и прижатие коронки к забою с небольшим усилием обеспечивают надежный контакт коронки с породой, а следовательно более эффективное использование энергии удара пневмоударника. Разрушение забоя осуществляется за счет энергии удара пневмоударника. Вращение обеспечивает получение рационального сектора скола и отделения частиц породы от забоя.

Пневмоударники бывают двух типов:

а) погружные - станки типа БП-100 (НКР-100М), пневмоударник погружается вместе с коронкой в буримую скважину. КПД передачи удара максимальный. Недостатком является ограничение диаметра, а значит и мощности пневмоударника; износ коронки, а значит и конусность скважины, что ограничивает ее длину, так как пневмоударник начинает интенсивно изнашиваться и заклинивается в скважине;

б) с вынесенным ударником - станки типа КБУ-80 с перфоратором ПК-75А, применяются в породах средней и большой крепости для бурения взрывных скважин в подземных условиях и на

карьерах (станки типа СБУ с погружным пневмоударником диаметр скважины до 165 мм);

4) Вращательно-ударного бурения:

Разрушение забоя осуществляется под действием ударного механизма и статического осевого усилия подачи (прижатия), а так же за счет постоянного момента вращения. Такие бурильные головки, устанавливаемые на податчиках и манипуляторах, обеспечивают наибольшую энергию для разрушения породы. Данный способ бурения дает высокую скорость бурения, но при этом происходит быстрый износ коронки. Поэтому такими машинами бурят шпурь диаметром 40-50 мм на глубину не более 5 м.

5) Вибрационное бурение:

Применяется при переменной крепости породы. Бурение осуществляется за счет резонанса - совпадения частоты вибрации коронки и собственной частотой колебаний разрушаемой породы. Вращающиеся дебалансы создают радиальные усилия R , которые можно разложить на составляющие: горизонтальную, компенсирующие друг друга, и вертикальную.

Недостаток такой машины - невозможность полностью изолировать машину от вибрации и сложность определения необходимой резонансной частоты вибрации.

Определение технически обоснованной производительности буровых машин

Существуют два метода определения производительности горных машин:

1) Статистический метод, основанный на опытных статистических данных работы машины в данных условиях, которые усредняются методом наименьших квадратов и позволяют определить средневзвешенные величин скорости бурения и эксплуатационной производительности станка. Эти показатели после согласования с профсоюзами заносятся в нормативы. Здесь не учитывается срок службы и качество буровых коронок и штанг, а так же плохо учитывается качество данной машины. Невозможно использовать этот метод для новой техники. Достоинство - наиболее подходит для

определения суммарного количества машин данного типа, в данных условиях, которые обеспечивают необходимую производительность.

2) Метод расчета допустимой производительности данной машины в данных условиях.

Существует три понятия производительности:

а) теоретическая - максимально возможная производительность машины, которая определяется только ее техническими возможностями (чистой скоростью бурения) и не учитывает горно-геологические условия;

б) техническая - максимально возможная производительность данной машины в данных условиях при непрерывной работе без учета организационных и технических простоев;

Производительность переносных перфораторов

Производительность бурильных машин определяется механической скоростью бурения, которая является функцией многих переменных, таких, как выходная мощность бурильной головки, крепость бурильных пород, диаметр шпура, износ инструмента, тип буровой коронки, глубина шпура, интенсивность очистки забоя, режим бурения.

Средняя механическая скорость бурения переносными перфораторами (мм/с) может быть определена по эмпирическим формулам Ю. Г. Коняшина

$$g = \frac{56An}{d^2 a^{0.59}}; \quad g = \frac{125An}{d^2 P_k^{0.484}},$$

где: A — энергия удара поршня, Дж; n — частота ударов, Гц; d — диаметр шпура, мм; a — временное сопротивление пород раздавливанию, МПа; P_k — контактная прочность горных пород, МПа.

При определении сменной производительности переносных перфораторов коэффициент использования во времени при работе с пневмо-поддержкой равен 0,55 — 0,7.

Переносные перфораторы очень чувствительны к осевому усилию подачи. Усилие с помощью пневмоподдержки поддерживают в пределах 600 — 1200 Н.

Эксплуатационные и расходные показатели шахтных бурильных установок

Наибольшую производительность при эксплуатации шахтных бурильных установок можно получить при тщательном соблюдении оптимальных параметров. При вращательно-ударном бурении к ним относятся число ударов на один оборот бура, частота вращения бура, осевое усилие, энергия удара, интенсивность очистки шпура.

Угол поворота (градус) между ударами (по О.Д. Алимову и Л.Т. Дворникову)

$$\omega = 5[(A_y / 10) + 1] - 0,7f ,$$

где: A_y - энергия удара поршня ударника, Дж; f —коэффициент крепости горных пород.

Число ударов за один оборот бура

$$m = 360 / \omega ,$$

Рациональная частота ударов бурильной машины (Гц)

$$n_y = 33,3 + 5000f / A_y^2 ,$$

Частота вращения бура (c^{-1})

$$n = 60n_y / m ,$$

Крутящий момент на буре (Н·м)

$$M = 500 - 25f ,$$

Расход промывочной жидкости при диаметре коронки 40— 42 мм равен 13—15 л/мин.

Механическая скорость бурения вращательно-ударной установкой (мм/мин)

$$g_m = 100(20 - f),$$

Сменная эксплуатационная производительность (м) определяется с учетом затрат времени на организационные и технические простои, не зависящие от конструкции машины.

Техническая скорость бурения вращательно-ударной установкой (м/ч)

$$Q_{mex} = \frac{60k_r k_o R}{\frac{1}{g_m} + \frac{1}{g_{ox}} + \frac{T_3}{B} + \frac{T_n + T_{зб}}{L}},$$

Для расчетов приняты следующие обозначения:

k_r - коэффициент готовности; R - число бурильных машин на установке; k_o - коэффициент одновременности; g_m - механическая скорость бурения шпуров, м/мин; g_{ox} - скорость обратного хода бурильной головки, м/мин; T_3 - время замены резца (коронки), мин; B - стойкость резца (коронки) на одну заточку, м; T_n - время наведения бурильной машины с одного шпура (скважины) на другой, мин; $T_{зб}$ - время забуривания шпура (скважины), мин; m - число шпуров в забое; L - глубина шпура, м.

Коэффициент готовности

$$k_r = \frac{T}{T + T_B},$$

где: T - наработка на отказ; T_B - время восстановления отказа.

Коэффициент одновременности $k_o = 1; 0,8; 0,7$ при числе бурильных машин соответственно 1; 2; 3.

Данные о расходе материалов и сжатого воздуха при вращательно-ударном бурении (на 1000 м шпуров) приведены ниже.

Коэффициент крепости пород	.....	6—8	8—10	10—12	12—14
Буровые коронки, шт.	.....	3	9	16	24
Буровые штанги, шт.	.....	1	3	6	11

Сжатый воздух, м³ 11 000 17000 27000 34000

При ударно-вращательном бурении перфораторами с независимым вращением бура оптимальная частота вращения (с⁻¹) бурового инструмента

$$n = 145 / d ,$$

где: d —диаметр шпура, мм.

Формула справедлива при $35 < d < 80$ мм.

Практика показывает, что пневматические бурильные головки ударно-вращательного действия целесообразно эксплуатировать на повышенном давлении сжатого воздуха (0,6—0,7 МПа). Увеличение давления на 0,1 МПа позволяет увеличить механическую скорость бурения на 20 %.

Начальная механическая скорость бурения (мм/с) — скорость бурения первого метра шпура или скважины ударно-вращательными установками

$$g_H = \frac{50An}{d^2 f} ,$$

где: A — энергия удара перфоратора, Дж; n — частота ударов, Гц; d — диаметр шпура, мм; f — коэффициент крепости пород.

Теоретическая скорость бурения шпуров ударно-вращательной установкой

$$Q_T = \frac{60g_H(1 - e^{-\alpha L})}{\alpha L} ,$$

Техническая скорость бурения (м/ч) шпуров

$$Q_{max} = \frac{60k_r k_o R}{\frac{\alpha L}{g_n(1 - e^{-\alpha L})} + \frac{1}{g_{ox}} + \frac{T_z}{B} + \frac{T_n + T_{зб}}{L}} ,$$

где: R — число бурильных машин на установке.

Здесь α - декремент затухания энергии силового импульса. Его величина зависит от глубины шпура или скважины, типа перфора-

тора. Для перфоратора с геликоидальной парой величина декремента α наибольшая.

Перфораторы с независимым вращением и большой массой поршня имеют α наименьшие.

Тип перфоратора	ПП154В	ВВС-53	ПК60А	ПК75А	URД-475	ГП-3
Декремент затухания	α 0,24	0,062	0,05	0,04	0,03	0,02

Эксплуатационная производительность (м/смену) подсчитывается α исходя из длительности смены, затрат времени на подготовительно-заключительные операции и простои по организационным причинам:

$$Q_{max} = \frac{(T_{см} - T_{пз} - T_{оп})k_r k_o R}{\frac{\alpha L}{g_H(1 - e^{-\alpha L})} + \frac{1}{g_{Ox}} + \frac{T_3}{B} + \frac{T_{п} + (T_H + T_{зб})m}{mL}}$$

где: $T_{см}$ - длительность смены, мин; $T_{пз}$ - время на подготовительно-заключительные операции, мин; $T_{оп}$ - время организационных простоев; $T_{п}$ - время перегона установки, мин.

ЭКСКАВАТОРЫ

Классификация и анализ экскаваторов [1].

Экскаватор - это машина осуществляющая разрушение и погрузку горной массы в транспортные средства или в отвал.

Посвоему принципу работы все экскаваторы делятся на:

1) Машины цикличного действия - одноковшовые.

Время цикла состоит из четырех основных операций: время копания; время поворота на выгрузку; время выгрузки; время поворота на загрузку.

Конструкция современных экскаваторов позволяет машинисту совмещать все вспомогательные операции (открытие и закрытие днища) с основными.

2) Многоковшовые непрерывного действия.

а) Роторные. Наиболее перспективные.

б) Многоковшовые с черпачной рамой. В горной промышленности имеют ограниченное применение т.к. требуют пород не высокой крепости при строго выдержанном слое снимаемых пород.

Преимущества роторных экскаваторов: высокая производительность и высокий КПД (т.к. ротор вращается на подшипниках). Недостатком является ограниченная область применения по крепости породы и наличию твердых включений. Поэтому их используют на породах не высокой крепости (уголь, соли, пески) и благоприятных климатических условий, но с увеличением ротора и размеров ковшей пропорционально увеличивается и полезное усилие на зубьях ковша, а значит, разрушаются породы более крепкие.

Классификация и анализ одноковшовых экскаваторов

Основные части одноковшовой машины: рабочее оборудование (стрела, рукоять, ковш); поворотная платформа с оборудованием; ходовая часть.

По виду рабочего оборудования одноковшовые экскаваторы делятся на:

- 1) Прямая лопата;
- 2) Обратная лопата;
- 3) Драглайн;
- 4) Грейфер;

В горной промышленности в основном применяются прямая лопата и драглайн.

По мощности привода и области применения делятся на:

- 1) Горные (ЭКГ-8 , 8 м - емкость ковша). ЭКГ могут быть с удлиненным оборудованием и верхней погрузкой;
- 2) Драглайны шагающие (ЭШ -15/90); 15 м - емкость ковша, 90 м – длина стрелы).

По виду привода:

- 1) Электрические;
- 2) Гидравлические (электро-гидравлические, дизель-гидравлические).

По способу управления:

- 1) Электропневматическое;
- 2) Электрогидравлическое.

Основную группу составляют строительные универсальные одноковшовые экскаваторы. Особенность - один и тот же экскаватор имеет много сменного оборудования.

По способу перемещения экскаваторы делятся на:

- 1) Гусеничные (двухгусеничные и многогусеничные);
- 2) Шагающие;
- 3) Колесные.

Чаще используются двухгусеничные, однако с увеличением мощности масса растет пропорционально размеру ковша. Площадь опоры (гусениц) пропорциональна квадрату размера.

Удельное давление будет определяться как отношение веса машины к площади опоры. Удельное давление должно быть меньше допустимого удельного давления на грунт иначе экскаватор будет проседать.

С увеличением мощности экскаватора будет расти удельное давление. Поэтому необходимо принимать меры по ограничению давления.

Увеличивать площадь опоры можно только в очень ограниченных пределах, исходя из конструктивных особенностей поворотного круга.

У драглайнов, которые по определению работают на мягких грунтах не применяют гусеничный ход заменяя его шагающим. В рабочем положении драглайн опирается на платформу. При перемещении опорой ему служат лапы, которые с помощью главного гидроцилиндра приподнимают драглайн и с помощью вспомогательного цилиндра изменяют центр тяжести экскаватора, что приводит к перемещению корпуса в новое положение.

Шаг меняется от нескольких сантиметров до метра.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 Конструкции ОМК (Комплекс КМ-138)

Цель, задачи и методика проведения лабораторной работы

Целью проведения работы является закрепление знаний, полученных в теоретической части курса, в разделе «Выемочные машины и оборудование» и приобретение навыков решения практических задач на примере одного из основных классов горных машин, а именно, очистных механизированных комплексов.

Изучение очистных механизированных комплексов проводится в форме лабораторной работы по специально подготовленным чертежам, плакатам, образцам деталей и узлов, модели комплекса в соответствии с текстом данной работы.

Форма отчёта о выполненной работе. Защита лабораторной работы в зависимости от специальности и специализации студента проводится в устной или письменной форме.

В устной форме опрос проводится по чертежам (рисункам, плакатам, образцам деталей и узлов), представляющим конструкцию машины и её составных частей, гидросистему, системы орошения и управления. Результаты оформляются в виде листа устного опроса.

При письменной форме в отчёте, в соответствии с индивидуальным заданием, приводится схема, эскиз или техническое решение с пояснениями.

Общие сведения

Комплексы очистные механизированные (ОМК) предназначены для механизации основных и вспомогательных операций с частичной автоматизацией процесса выемки полезного ископаемого (угля, соли и т.д.), крепления и управления кровлей, доставки полезного ископаемого из очистного забоя на участковые выработки [8].

Различают ОМК: по условиям работы (для крутых, пологих и

наклонных пластов, для тонких, средних и мощных пластов, для длинных и коротких забоев), по типу используемой выемочной машины (комбайновые, струговые), по признаку взаимодействия секций механизированной крепи с поддерживаемой кровлей (с поддерживающими, поддерживающе-оградительными, оградительно поддерживающими и оградительными крепями), по виду кинематических связей элементов в секции крепи и секций с конвейером или балкой (агрегатные, комплектные и агрегатно-комплектные).

В таблице 6 приведены сравнительные технические данные очистных комплексов из разных классификационных групп для пластов средней мощности и мощных: КМ138 и КМ144 с поддерживающе-оградительной крепью, УКП5 с оградительно-поддерживающей крепью и КМ145 с комплектной крепью.

КМ138 относится к группе агрегатных комбайновых комплексов с поддерживающе-оградительной (щитовой) лавной крепью для пологих и наклонных пластов. Отличительной особенностью механизированной крепи типа М138 является наличие четырёх стоечных двухрядных секций с большим распорным усилием, что обеспечивает их надёжную работу в очистных забоях с тяжёлыми кровлями.

Комплекс предназначен для отработки угольных пластов длинными очистными забоями в угольных шахтах со следующими горно-техническими условиями:

- сопротивляемость угля резанию до 360 кН/м;
- мощность пласта 1,6 ÷ 2,2 м;
- угол падения – до 35°;
- управление кровлей – полное обрушение;
- кровля пласта – труднообрушаемая (любая по тяжести), допускающая обнажение не менее 8 м² в зоне выемки;
- почва пласта по прочности на вдавливание не менее 0,25 кН/см², обводнённость не более 15 м³/час.

Комплексы с поддерживающе-оградительными крепями в последние годы нашли наибольшее применение в практике добычи угля подземным способом.

Таблица 6

Сравнительная техническая характеристика очистных комбайновых механизированных комплексов

№	Характеристика, параметр	Значения по типам ОМК			
		КМ138	КМ144	УКП5	КМ145 (КМ130)
1	Тип: - выемочной машины - забойного конвейера - секция крепи	Комбайн РКУ13 СПЦ-271 Анжера агрегатная М138.01	Комбайн КШЭ СПЦ-271 Анжера агрегатная М144	Комбайн 145 СП301 агрегатная	Комбайн КШЭ СП301; Анжера 307Л; СПЦ271 комплектная М145
2	Параметры очистного забоя: - длина (ном.), м - угол падения, градус - мощность, м	200 0...35	150, 180, 200 0...35 2,0...3,2	120, 150 0...18 2,4...5,1	0...35 2,5...5,5
3	Размер свободного прохода для людей, минимальный, мм	465×710	1630×3300	н.д.	н.д.
4	Проходное сечение для воздуха, м ³ - минимальное - максимальное	2,8	3,0 7,0	4,0	н.д.
5	Распорное усилие секций, кН, кН/м ²	1500×4=6000	700 кН/м ²	1300 кН/м ²	950 кН/м ²
6	Шаг расстановки секций крепи, м	1,5	1,5	1,5	1,23
7	Напряжение электрической сети, В	1140			
8	Среднее давление на почву, МПа (не более)		≤1,5	≤2,0	≤3,5

Состав и технология работы комплекса

Основное оборудование комплекса представлено (рис. 5) секциями крепи (лавными) – 8, концевыми секциями – 7, комбайном очистным 9 типа РКУ13А с бесцепной системой подачи, конвейером скребковым забойным – 10 типа СПЦ271А.

К вспомогательному оборудованию относятся: кабелеукладчик 12, рейка РКД комбайнового движителя – 13, фронтальный лемех – 14. В штреках размещены на специальных платформах комплекты пусковой и защитной аппаратуры – 2, четыре насосные станции – 4, комплект фильтров гидросистемы – 5, насосная станция системы орошения, а также лебёдка – ЛПК-10Б для передвижения штрекового оборудования и перегружатель – 11.

В местах сопряжения с конвейерными и вентиляционными штреками устанавливаются крепи сопряжения ОКСА или КСШ5А (поз. 6)

Крепь имеет свободный проход для людей между рядами стоек и между передними стойками (в любом положении) и конвейером 10; оснащается козырьком, управляемым двумя гидropатронами. Домкрат передвижки секции имеет плавающий поршень для уравнивания усилий при толкании и подтягивании.

Секции оснащаются выдвжными бортами, системой приподъема основания, домкратами боковой корректировки положения оснований, системой орошения верхняка для снижения пылеобразования при передвижке секций.

В настоящее время заводом разработаны и выпускаются несколько типоразмеров двух и четырехстоечных секций крепи, аналогичных рассматриваемой М138.

Первые две секции крепи 7 и две последние по длине лавы оснащены поперечными гидроцилиндрами (якорными) и объединены в комплект концевых секций, который является базовым для лавокомплекта крепи и улучшает управление крепью при работе в сложных условиях эксплуатации (угол падения пласта свыше 8°).

Для освещения в комплексе применены светильники СЗВ-І-І и РВЛ-15. Светильники СЗВ-І-І устанавливаются на секциях крепи в лаве, а светильники РВЛ-15 на энергопоездах в штреках.

Оперативная связь по лаве и со штреками осуществляется по системе связи с абонентскими станциями АС-ЗСМ.

Работу всех элементов и комплекса в целом обеспечивают системы электроснабжения, управления, сигнализации и связи, гидросистема передвижений секций крепи и конвейера, гидросистема пылеподавления и система освещения.

Система дистанционного электрогидравлического управления, примененная в крепи, позволяет в режиме дистанционного управления производить последовательную выдвигку конвейера «волной» со скоростью включения последующего домкрата не менее чем через 2с.

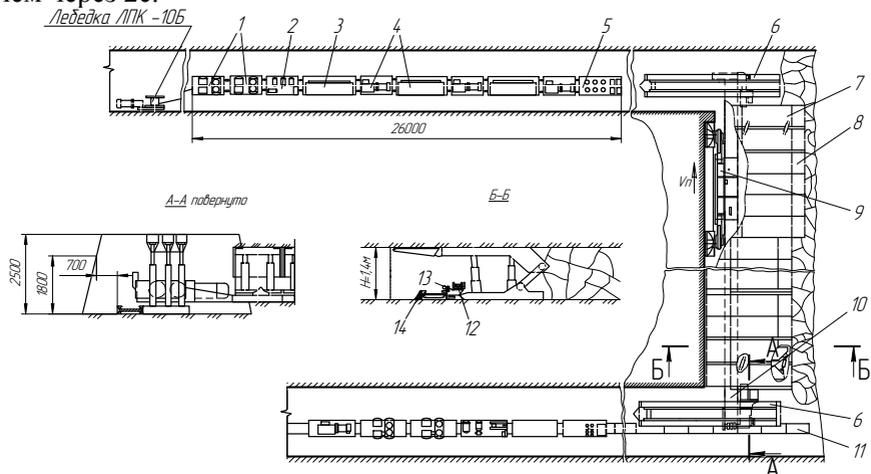


Рис. 5. Общий вид очистного механизированного комплекса КМ-138

Секции крепи 7 и 8 могут быть установлены или с выдвигным бортом или с управляемым боковым козырьком.

Забойный конвейер СПЦ271 (поз. 10. рис.5) обеспечивает зачистку почвы с самопогрузкой угля на конвейер, доставку угля из лавы с перегрузкой на перегружатель 11, размещенный на конвейерном штреке. Конвейер имеет систему пространственной корректировки его положения с помощью дополнительных гидродомкратов. Конвейер кинематически связан с линейными и концевыми секциями крепи и с крепью сопряжений.

Технология работы комплекса заключается в следующем. В исходном положении комплекса комбайн 9 установлен на новую ленту в зоне первых пяти секций крепи. Все секции крепи в лаве находятся в исходном положении с запасом хода между секциями и конвейером, то есть секции могут поочередно (или через одну, две) перемещаться к забою без передвижки конвейера 10, но после прохода комбайна 9. Такую схему расстановки секций крепи, конвейера и комбайна в исходном положении принято называть «заряженной».

Вслед за проходом комбайна 9 вверх по лаве производится передвижка и распор линейных секций крепи 8 с отставанием от комбайна на 2...3 секции. После выхода комбайна 9 в зону концевого привода конвейера 10 опережающий (верхний) шнек опускается к почве, реверсируется привод подачи и осуществляется зачистка почвы под верхняками передвинутых секций крепи сверху лавы вниз к конвейерному штреку до десятой секции крепи. Начиная с десятой секции конвейер передвинут с изгибом на новую полосу выемки и комбайн, перемещаясь к конвейерному штреку, осуществляет самозарубку в пласт на полный захват на расстоянии последних 5...6 нижних секций крепи, при этом опережающий шнек должен быть поднят к кровле пласта. Затем конвейер выше пятой секции перемещается одновременно на забой или по схеме «бегущей волны» до вентиляционного штрека, в зависимости от принятого алгоритма системы управления. «Бегущая волна» - способ передвижки конвейера на забой последовательным включением домкратов один за другим через две секунды. Затем включается движение комбайна вверх по лаве, при этом опережающий шнек поднимается к кровле, а отстающий опускается к почве и цикл повторяется. При этом направление движения секций крепи задается направляющими балками, направление движения става конвейера – направляющими балками и секциями крепи, движение комбайна – направляющими конвейера, направление движения кабелеукладчика задается движением комбайна и желобом в боковом борту конвейера. То есть движения каждого элемента комплекса в призабойном пространстве задано положением других элементов.

Возможна и другая технология работы - по «челноковой» схеме, которая возможна только с изгибающимся конвейером, то есть

передвижкой конвейера вслед за продвижением комбайна и передвижкой крепи. При этом комбайн проходит зону зарубки три раза за цикл выемки.

Комплекс постоянно совершенствуется, в нем могут применяться различные комбайны (РКУ, Кузбасс, JOY и др.), конвейеры СПЦ 271, Анжера и крепи сопряжения ОКСА, КСШ5 и др.

Забойный конвейер

Забойный конвейер предназначен для зачистки почвы с самопогрузкой угля (на конвейер) и транспортировки угля вдоль лавы с перегрузкой на перегружатель. Одновременно забойный конвейер является остовом комплекса, так как через него осуществляются кинематические связи всего оборудования очистного забоя и сопряжений лавы с пластовыми выработками.

Комбайн перемещается по направляющим конвейера (поз.10. рис.6), секции крепи в лаве связаны с конвейером балкой и домкратом передвижки, секции сопряжения соединены домкратами с приводными станциями конвейера (поз.3. рис.5). На боковых сторонах конвейера установлены фронтальный лемех с забойной стороны, с забойной стороны на проставках конвейера закреплена рейка РКД (поз 13. рис.5) комбайнового движителя, являющаяся направляющим и силовым элементом бесцепной системы подачи комбайна и желоб, в котором размещены кабелеукладчик 12 с силовыми кабелями, шлангом орошения и стационарные кабели, проходящие вдоль лавы.

Конвейер соединен с секцией крепи через шарнирно-упругую связь механизма передвижки секции, в который входит домкрат передвижки, тяга (поз.9. рис.5) и домкрат тяги. Передвижка конвейера, включая головной и хвостовой приводы, осуществляется при раздвижке домкрата передвижки на полный его ход относительно распертых в кровлю и почву секций крепи.

Рештачный став конвейера удерживается от сползания вдоль лавы шарнирно-упругой связью, которая удерживает рештак в заданном положении по углу относительно тяги и обеспечивает постоянное усилие возврата в исходное положение при изменении этого угла.

Механизированная крепь

Механизированная крепь комплекса состоит из секций лавных (линейных), секций концевых и крепи сопряжений.

Секция крепи лавная М138.

Структурной единицей механизированной крепи М138 является секция. Она состоит (рис. 6) из следующих основных элементов: перекрытия - 3, четырех однотипных стоек - 4, основания 7, рычагов 5, соединяющих шарнирно основание с перекрытием, домкрата - 8 передвижки (конвейера и секции), козырька 1, управляемого гидроцилиндром 2, системы управления секцией. Секция крепи имеет большое рабочее пространство, позволяющее удобно расположить оборудование и обеспечивает свободный проход для людей. Каждая секция крепи кинематически соединена с забойным конвейером 12 гидродомкратом 8 и тягой 10 с соединительным звеном 11. Основание секции выполнено П-образным. В пазу размещается направляющая балка. Сверху на направляющую балку опирается через ползун гидродомкрат, соединенный цилиндром к опорному коромыслу, жестко соединенному с основанием секции.

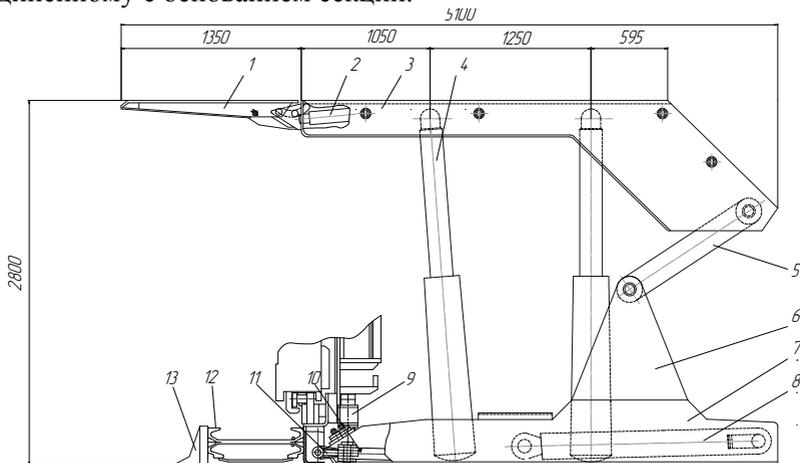


Рис. 6. Секция крепи лавная типа М138

Гидравлические стойки механизированной крепи с одинарной (см. поз. 4, рис. 6) или двойной раздвижностью (рис. 7) являются основным силовым элементом секции крепи и установлены в каждой секции по четыре. Гидростойки изготавливаются из цельнотянутых трубных заготовок из среднелегированных сталей.

Каждая стойка состоит (рис. 7) из:

- цилиндра 2 с поршнем 3 (первая ступень), внутренняя полость поршня 3 и поршень 4 образуют вторую ступень;
- плунжер 5 гидростойки, плунжер 6 второй ступени гидростойки;
- грундбоксы 7 и 8 соответственно первой и второй ступени гидростойки;
- верхней сферической опоры 9, ввода 10 в штоковые полости гидростойки, ввода 11 в поршневую полость первой ступени гидростойки, нижней сферической опоры 12 и донного клапана 1 второй ступени гидростойки.

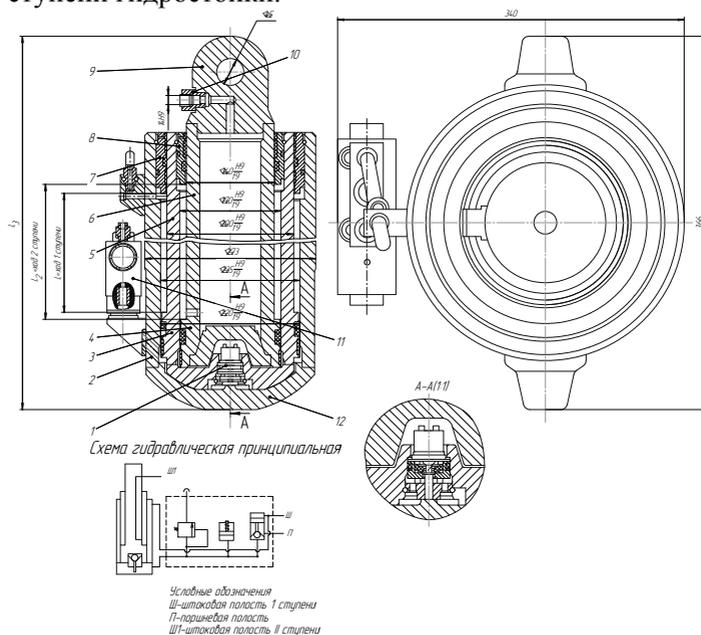


Рис. 7. Гидравлическая стойка двойной раздвижности крепи М138

Поверхности цилиндров и штоков никелируются электрохимическим методом. Поршень и уплотнительные грундбоксы 7 и 8 имеют пластмассовые кольца, препятствующие перетоку жидкости из полости в полость. К верхней части штока приваривается соединительный элемент 9 со сферической формой опорной поверхности и отверстием под палец для соединения стойки с перекрытием (или ограждением).

При эксплуатации гидростоек зеркало штоков следует оберегать от механических и других вредных воздействий. Некоторые производители крепей оснащают гидростойки гофрированной защитой из брезента или иного плотного материала.

Подвод рабочей жидкости осуществляется в поршневую полость через клапанный блок в полости штока, а в штоковые полости – через каналы в штоке первой ступени и бобышку на корпусе цилиндра первой ступени.

Управление гидравлической стойкой осуществляется попеременной подачей рабочей жидкости под давлением в поршневую (П) или штоковую (Ш) полости (рис. 7).

Передвижка секции крепи М138 производится *гидродомкратом* (см. рис. 8.) с плавающим поршнем 5, который по штоку 9 внутри цилиндра 4 под действием подаваемой жидкости может перемещаться, в результате чего площади поршневой и штоковой полости цилиндра 4 практически уравниваются, чем достигаются одинаковые по величине значения толкающего и подтягивающего усилий. Гидродомкрат расположен в основании секции крепи и имеет конструкцию двустороннего действия одинарной раздвижности с подводом рабочей жидкости непосредственно к корпусу цилиндра 4 (рис. 8). Состоит из головки штока 1, пружинного кольца 2, буксы 3, цилиндра 4, поршня 5, гаек 6, крепящих поршень на штоке, и уплотнений — воротниковых манжет и колец круглого сечения. Подвод рабочей жидкости (эмульсии) в поршневую полость цилиндра (передвижка конвейера) осуществляется через отверстие 7, а в штоковую (передвижка секции) — через отверстие 8 (см. Вид А. рис.8).

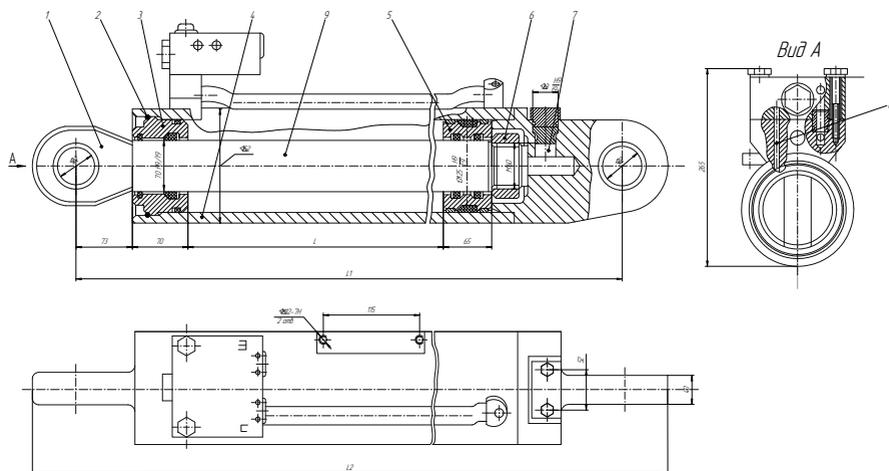


Рис. 8. Гидродомкрат передвижки секций механизированной крепи и забойного конвейера

Секция крепи сопряжения

Крепь сопряжения (рис. 5) предназначена для поддержания кровли прилегающей выработки в месте ее сопряжения с очистным забоем, распора и передвижения привода лавного конвейера и обеспечения безопасных условий работы в зоне сопряжения при работе механизированного комплекса КМ138. Крепь сопряжения является составной частью комплекса, связана с его оборудованием технологической последовательностью операций и выполняет следующие функции:

- поддерживает кровлю выработки над приводом лавного конвейера, расположенном в межстоечном пространстве крепи;
- закрепляет и передвигает привод лавного конвейера;
- передвигает свои секции по выработке по мере подвигания лавы.

Крепь сопряжения состоит из наружной и внутренней секций, соединенных между собой домкратами передвижения и корректировки.

Привод лавного конвейера связан с основанием устойчивой секции, благодаря чему допускается совмещение работ в лаве по добыче с работами по передвижке крепи с приводом.

Наружная секция (рис. 9) включает: основание 12 и 15, на которых шарнирно закреплены две стойки 4, размещенные в стаканах 10, обеспечивающих продольную устойчивость секции. Штоки гидростоек 4 связаны шарнирно с траверсами 3. Поперечная устойчивость секции обеспечивается двумя домкратами управления 11, которые удерживают стойки в вертикальном положении, а также отклоняют их на допустимый угол (до 10^0) в случае необходимости.

Внутренняя секция включает балку 5, шарнирно связанную с двумя стойками 6. Штоки гидростоек внутренней секции шарнирно соединены с опорными пятнами 9.

Обе секции связаны между собой верхним домкратом передвижки 7 и нижним домкратом передвижки 16.

Управление крепью осуществляется с пульта управления 1, закрепленного на балке внутренней секции через проставку 2. Рама привода 13 связана с основанием крепи через направляющую (на рис.6. не показано).

Основание секции представляет собой конструкцию, состоящую из трех сварных элементов – двух опор 12, 15 и основания 14, которые соединены между собой проушинами с осями. В опорах 12 и 15 предусмотрены устройства для соединения с гидростойками и домкратами управления.

Опора 15 кроме этого соединена с нижним домкратом передвижки 16.

Предохранительный клапан гидростоек 4 отрегулирован на давление срабатывания 20 МПа.

Гидродомкрат 16 предназначен для передвижки крепи и работает в паре с гидродомкратом 7. Цилиндр подсоединен к опоре 15, а к штоку – отрезком цепи 17 к перегружателю.

Гидродомкрат 7 установлен между балкой 5 и траверсой 3.

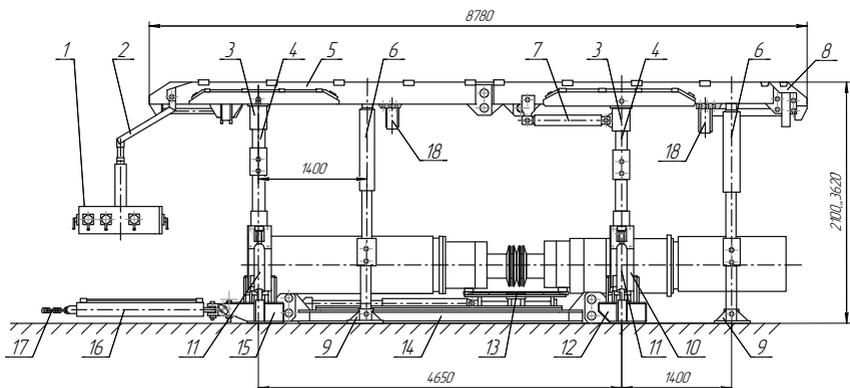


Рис. 9. Крепь сопряжения

Гидродомкрат 11 обеспечивает устойчивость и управляемость наружной секцией крепи, соединяет стаканы передней и задней стоек с основанием и корректирует положения верхней балки 8 по ширине выработки.

Проставка 2 предназначена для крепления пульта управления 1 к балке 5 внутренней секции. Она обеспечивает вынос пульта из рабочей зоны крепи сопряжения, его поворот вокруг вертикальной оси и изменение высоты расположения пульта относительно почвы. Направляющая труба проставки, по которой перемещается кронштейн пульта управления, имеет ряд отверстий, расположенных на разной высоте, а втулка кронштейна – три отверстия в горизонтальной плоскости. Совмещая эти отверстия между собой, выбирается наиболее удобное и безопасное расположение пульта 1.

Опорные кронштейны представляют собой стальную конструкцию коробчатого типа, которая посредством двух осей соединяется с верхними балками и предназначена для поддержания балок при опускании.

Узел соединения секции с конвейером

Показана на рис. 10 крепь сопряжения и лавный конвейер.

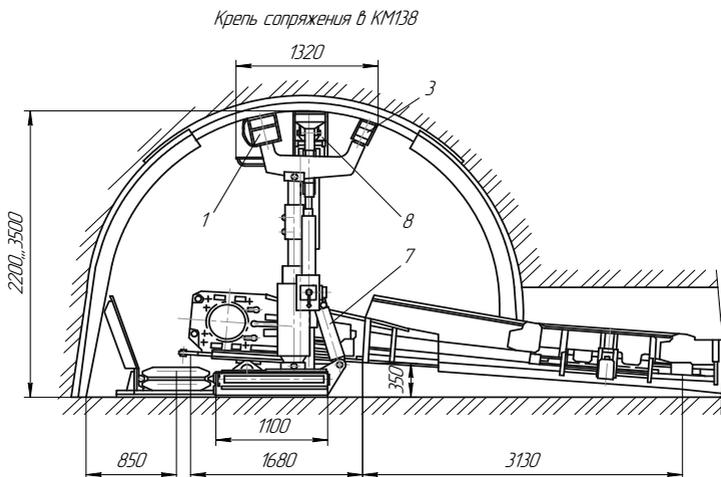


Рис. 10. Крепь сопряжения и лавный конвейер.

Контрольные вопросы

1. Почему КМ138 относится к классу добычных комплексов, а не агрегатов?
2. К какой классификационной группе относится крепь М138?
3. Перечислите состав основного оборудования комплекса.
4. Перечислите состав оборудования комплекса относимого к дополнительному оборудованию.
5. Перечислите системы комплекса, обеспечивающие его работу.
6. Объясните процесс перевода комбайна комплекса на следующую полосу выемки:
 - при односторонней технологии выемки;
 - при челноковой технологии выемки.
7. Объясните устройство секции механизированной крепи:
 - линейной секции крепи;
 - переходных (концевых) секций крепи;
 - крепи сопряжения лавы с пластовой выработкой.
8. Для чего предназначен выдвижной борт секции крепи?
9. В каких ситуациях рабочая жидкость перетекает из одной

поршневой полости стойки (например 1-ой ступени) в другую поршневую полость (например 2-ой ступени) и обратно?

10. Покажите на чертеже основные узлы забойного конвейера.

11. Объясните назначение основных узлов забойного конвейера (переходной секции, ловителя, тяги, рейки, рамы концевой).

12. Напишите и объясните структурную формулу секции крепи.

13. Объясните принцип действия:

- узла регулирования положения конвейера (лемеха) по почве пласта;

- узла связи конвейера с секцией крепи;

- узла передвигки секции крепи к конвейеру;

- узла предотвращения заглобления («зальживания») основания секции крепи в почву при ее передвигке;

- узла натяжения цепи конвейера;

- узла связи комбайна с рейкой РКД.

14. Объясните процессы:

- передвигки конвейера лавы волной;

- передвигки конвейера при зарубке «косыми заездами»;

- фронтальной передвигке конвейера;

- передвигки секции крепи.

15. Объясните последовательность передвигки:

- секций крепи сопряжения;

- секций концевых;

- секции линейной;

- забойного конвейера.

16. Объясните технологию работы комплекса (последовательность операций):

- при односторонней схеме выемки;

- при челноковой схеме выемки.

17. Почему в конце лавы машинист изменяет положение шнековых исполнительных органов комбайна?

18. Чем обеспечивается направленность перемещения кабелеукладчика?

19. Как можно удлинить забойный конвейер и на сколько?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Конструкции добычного комбайна

Цель, задачи и методика проведения лабораторной работы

Целью проведения работы является закрепление знаний, полученных в теоретической части курса, в разделе «Выемочные машины и оборудование» и приобретение навыков решения практических задач на примере одного из основных классов горных машин, а именно, очистных комбайнов унифицированного ряда РКУ.

Изучение комбайнов проводится в форме лабораторной работы по специально подготовленным чертежам, плакатам, образцам деталей, узлов и образцу очистного комбайна РКУ10 в соответствии с текстом данной работы.

Форма отчёта о выполненной работе. Защита лабораторной работы в зависимости от специальности проводится в устной или письменной форме. В устной форме опрос проводится по чертежам (рисункам), представляющим конструкцию машины и её составных частей, гидросистему и систему орошения. Результаты оформляются с составлением листа устного опроса.

В письменной форме в соответствии с заданием приводится техническое решение, которое подтверждается расчётом, схемой или эскизом.

Общие сведения

Очистные узкозахватные комбайны рассматриваемой группы предназначены для отделения угля от массива, выгрузки разрушенной массы из зоны разрушения и погрузки её на забойный конвейер в длинных очистных забоях [8] при отработке угольных пластов с углами падения:

- поrostиранию $\alpha_{\text{ДР}} \leq 35^\circ$;
- по падению $\alpha_{\text{П}} \leq 15^\circ$.

Большинство стран с развитым горным машиностроением перешло на изготовление унифицированных очистных комбайнов. К таким относятся 1ГШ68Б, РКУ (ряд комбайнов унифицированных), изготавливаемых Горловским машиностроительным заводом

(Украина), «Кузбасс» (Блочно-модульный ряд очистных комбайнов), разработанный институтом «Гипроуглемаш» (Россия), KGS завода «Фамур» (Польша), EDW (Германия) и др.

Очистные комбайны выпускаются со встроенным или вынесенным механизмом подачи, с гидравлическим или электрическим приводом. В данной работе рассматриваются комбайны со встроенными гидравлическими механизмами подачи.

Основные технические характеристики рассматриваемых комбайнов приведены в таблице 7.

Таблица 7

Технические параметры очистных комбайнов со встроенными механизмами подачи типа БСП

Тип комбайна	Установленная мощность двигателей, кВт	Ширина захвата, м	Мощность пласта, м	Расчетная производительность, т/мин
ГШ500	(564,5) 250x2	0,63	0,35-2,6	5,0-11
РКУ 10 (Украина)	ЭКВЭ4-200 (1 шт.)	0,63	1,1-1,85	3,2-5,0
РКУ 13 (Украина)	ЭКВЭ4-200 (2 шт.)	0,63	1,25-2,2	5,0-10,0
KGS 345 (Польша)	(360) 150x2+60	0,75; 0,8	1,2-2,7	4,0-8,0
EDW 300LN (Германия)	335	0,8	1,1-1,7	-
«Кузбасс» 300 ДКВ	150x2+45x2+11	0,63; 0,8	1,35-2,6	6,0-10,0

Компоновка комбайнов со встроенными механизмами подачи осуществляется по трём схемам:

1. несимметричная компоновка со сближенными исполнительными органами (2К101, 1К101), которые рекомендуются к применению на тонких пластах с неустойчивой непосредственной кровлей (рис.11а);

2. симметричная компоновка поворотных редукторов с вынесенными исполнительными органами и двигателями,

установленными в основном корпусе комбайна (ГШ68, РКУ, KGS; рис.16);

3. симметричная компоновка комбайна с вынесенными исполнительными органами и двигателями, установленными в поворотных консольных рамах (K300, K500, K800; рис.1в).

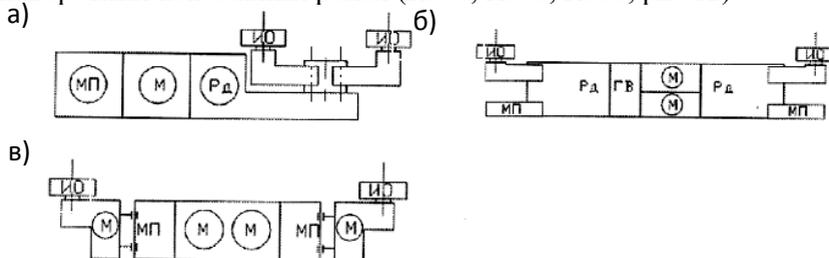


Рис.11. Схемы компоновки комбайнов: МП – механизм подачи; М – мотор; ИО – исполнительный орган; Рд – редуктор; ГВ – гидроставка, а) Несимметричная компоновка комбайна; б) Симметричная компоновка комбайна с разнесенными механизмами подачи; в) Симметричная с центральным положением механизмов подачи.

Большую часть парка очистных комбайнов России составляют комбайны второй и третьей групп, к которым относятся комбайны типа РКУ, EDW, «Кузбасс».

Изучаемые в данной работе комбайны РКУ 10 и РКУ 13 относятся к унифицированному ряду узкозахватных комбайнов (РКУ 10, РКУ 13, РКУ 16, РКУ 20, РКУП-25), которые были разработаны совместно институтами ИГД им. А.А. Скочинского, Гипроуглемашем, ПНИУИ и Горловским машиностроительным заводом. Эти комбайны заменили выпускавшиеся ранее комбайны 2K52M, КШ1КГУ, ГШ68, КШЗМ и их модификации.

В настоящее время наиболее широко применяются из типоразмерного ряда РКУ комбайны РКУ 10, РКУ 13, оснащаемые гидравлическим приводом подачи на базе узлов РНАС 125/320-РМНА 125/320.

Управление и защита электропривода, регулирование скорости подачи по нагрузке приводов резания и подачи, осуществляется регулятором нагрузок «УРАН», а дистанционное

управление – аппаратурой «ИКАР», которая включает встроенный и выносной (носимый машинистом) пульт.

Устройство и технология работы комбайна **Компоновка комбайна**

Компоновке выемочных забойных машин придаётся большое значение, так как от неё зависят: размеры машины, следовательно, «вписываемость» машины в ограниченное призабойное пространство; технология работы, следовательно, состав и последовательность операций за цикл; производительность; ремонтпригодность и ресурс машины.

Компоновка комбайнов унифицированного ряда в РКУ (рис.13) отличается от тех, которые были приняты в качестве базовых при его разработке, симметричным расположением исполнительных органов 1, вынесенных за корпус комбайна, что обеспечивает технологию очистных работ без предварительного проведения ниш.

Унифицированные поворотные редукторы 2 обеспечивают позиционирование исполнительных органов по всей мощности пласта. Центральное положение гидроблока 4 и вынесенное к опорам с симметричным расположением двух механизмов подачи 9 с бесцепными выходными звеньями (зубчатое колесо или цевка 10 и рейка 7 (рис. 12), закрепленная на ставе конвейера 8) обеспечивают уравновешенную систему подачи комбайна без его разворота на направляющих конвейера. Подъём и опускание шнековых исполнительных органов осуществляется гидродомкратами 3 (рис. 13). Электродвигатель 5 установлен по оси в центре комбайна и поэтому одновременно является несущей корпусной частью комбайна в целом.

Для повышения жёсткости корпуса РКУ 10 установлена несущая рама 6. Комбайн опирается (рис.13) на направляющие завальными 12 и забойными 11 льяжами. Кабелеукладчик размещается в желобе 14, установленном на кронштейне конвейера 15 крепится к комбайну кронштейном 13.

Симметричное расположение шнеков 1 по концам корпуса машины обеспечивает работу в лаве, без подготовки ниш по

челноковой схеме при условии размещения приводных головок конвейера на сопряжениях лавы с конвейерной и вентиляционной выработками.

В основу конструкции комбайна РКУ 10 заложен ряд принципиально новых решений, повышающий уровень и экономическую эффективность его применения, заключающихся в следующем:

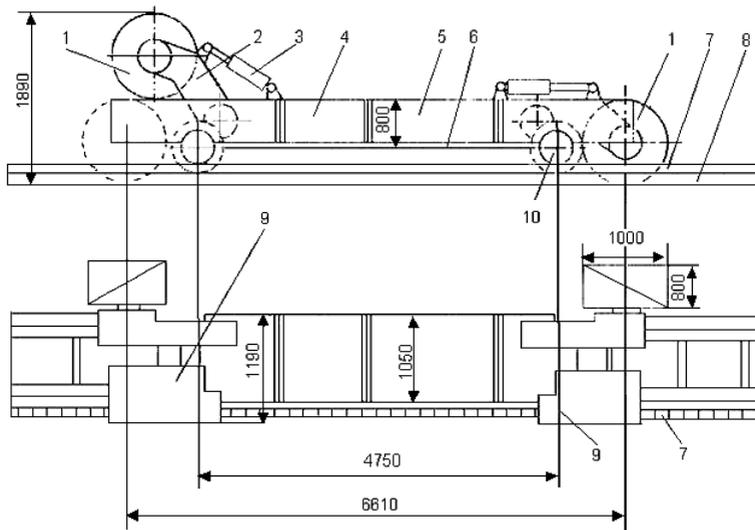


Рис. 12. Компоновка комбайнов ряда РКУ

- применяется бесцепная система подачи с двумя симметрично расположенными механизмами подачи с встроенными гидравлическими тормозами, что обеспечивает в условиях наклонных пластов ($\alpha > 9^\circ$) работу комбайна без предохранительной лебёдки (при $\alpha > 9^\circ$ по требованиям ПБ допускается работа комбайнов без встроенного стояночного тормоза только при наличии предохранительной лебёдки);
- высокая энерговооруженность комбайнов 200-400 кВт обеспечивает эффективную работу на угольных пластах до особо крепких включительно;

- применен для всего ряда комбайнов один типоразмер электродвигателя с водяным охлаждением и встроенным в его корпус электроблоком;
- довольно высокая поузловая и поддетальная унификация повысила ремонтпригодность комбайна, упростила техническое обслуживание, повысила его надёжность и ресурс;
- для повышения жёсткости корпуса комбайна, стойкости его к динамическим нагрузкам применена опорная рама 6 (рис.13).

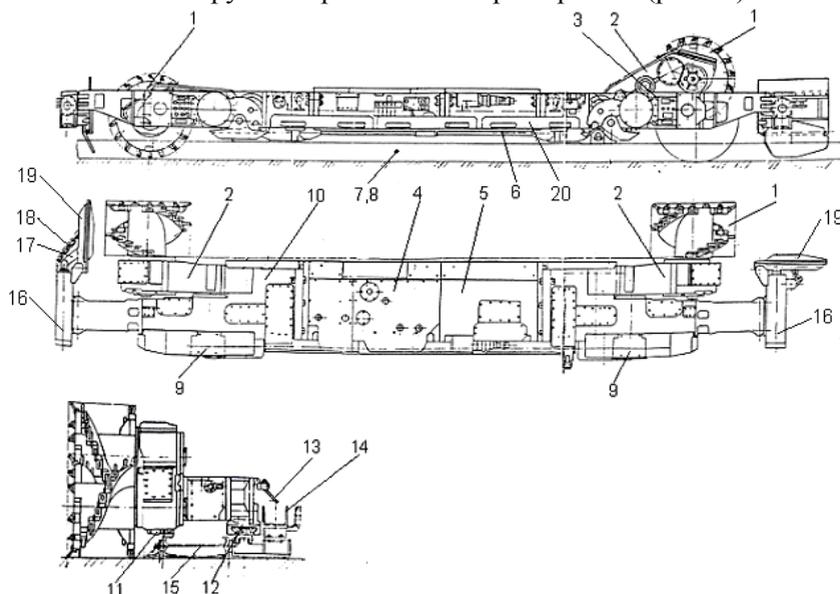


Рис. 13. Унифицированный комбайн РКУ 10

Кинематическая схема комбайна

Кинематическая схема (рис. 14) передач комбайнов РКУ состоит из следующих блоков: двух редукторов I режущей части комбайна и гидровставки IV, двух редукторов II к правому и левому исполнительным органам 1, двух редукторов III механизмов подачи. Перечисленные пары редукторов отличаются только исполнением: правые и левые.

Электрическая энергия, подводимая к комбайну, преобразовывается в механическую одним (РКУ 10,13) или двумя двигателями *М* (РКУ 16,20). Момент вращения от двигателя передается через зубчатую муфту 15 на вал В2. Часть энергии отводится от колеса 11 по цепи: шестерни 12 и 13 к насосам 20, 19 (РНАС 125/320 и НМШ-привод подачи комбайна), насосу 23 (НА-10 гидросистемы регулирования исполнительных органов по мощности пласта).

Момент вращения к шнековым исполнительным органам 1 передается муфтам 10 и 17, валом В1, шестерней 8, колесом 9, муфтой *М_Ф* на вал и шестерню 7, и далее конической парой 26-27, муфтой 25 на входной вал поворотного редуктора II. Кинематическая схема поворотных редукторов одинакова.

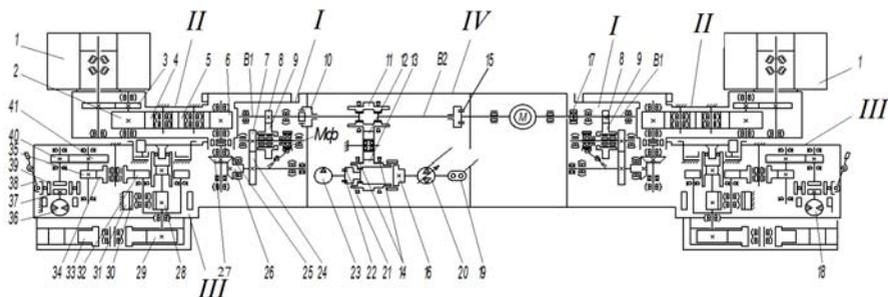


Рис. 14. Кинематическая схема комбайна РКУ10

I - редуктор режущей части (основной); II - редуктор поворотный; III - редуктор механизма подачи; IV – гидровставка.

Энергоблок

Электродвигатель типа ЭКВЭ4-200 (Э - электродвигатель; К - комбайновый; В - с водяным охлаждением статора; Э - со встроенным в его корпус электроблоком; 4 - типоразмер корпуса по высоте; 200 - мощность, кВт). Вал ротора электродвигателя установлен в литом корпусе на двух подшипниковых щитах с подшипниками и уплотнениями. На концах вала установлены зубчатые полумуфты. Подвод электроэнергии осуществляется кабелем марки КГШЭУ 3×70 + 1×10 + 3×2,5, 1140В через муфту к

штепсельному вводу, в котором предусмотрен вывод для кабеля питания электродвигателя пылеотсасывающей установки.

В корпусе электродвигателя имеется камера для установки системы автоматического управления «УРАН», блока питания и вспомогательного электрооборудования. Верхняя часть камеры отделена диафрагмой с проходными зажимами для вывода искробезопасных цепей управления через глухой вывод кабеля выносного пульта управления.

Отделенная диафрагмой часть взрывобезопасной камеры закрыта крышкой.

Редукторы привода исполнительного органа

Редуктор основной

Передача момента от вала электродвигателя комбайна к каждому исполнительному органу осуществляется двумя редукторами: основным P_0 и поворотным $P_{ПВ}$. Редукторы основной и редуктор механизма подачи $P_{П}$ комбайна выполнены в едином литом корпусе. Редуктор основной (рис. 15) 3-х ступенчатый, с одной конической парой зубчатых колес собран в литом корпусе 2 методом прошивной сборки.

Первый вал-шестерня 3 редуктора соединяется с валом электродвигателя через зубчатую муфту 1. Для обеспечения свободного проворачивания шнека вручную при замене резцов муфтой (18,19,5) отключают электродвигатель с первичным валом редуктора и специальным ключом (под квадратное гнездо 12) поворачивают вал 8 на угол, соответствующий необходимому углу поворота шнека.

Осевые усилия от конической передачи воспринимаются осевыми упорными подшипниками 11 и 16. Регулирование зазора в зацеплении конической передачи осуществляется прокладками 10 и 17. Редукторы к правому и левому шнекам различаются унифицированные и различаются только исполнением (правое, левое).

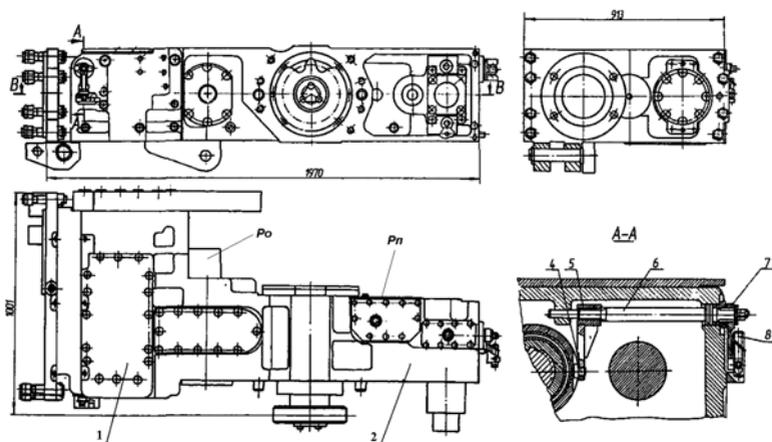


Рис. 15. Редуктор основной комбайна 2РКУ10

Редуктор поворотный

Редуктор поворотный (рис. 18) цапфами опирается на термически обработанные втулки 4 и 7 (рис. 16), запрессованные в расточки корпуса редуктора исполнительного органа. Вращение на первичный вал 2 (рис. 19) поворотного редуктора передается от валшестерни 8 (рис. 19) через зубчатую полумуфту 1.

Муфта необходима для сборки узлов, компенсации перекосов осей, снижает вибрацию и динамику нагрузок при работе комбайна. Для повышения долговечности посадочные отверстия под оси 4 паразитных шестерен 5 в корпусе 3 выполнены с запрессованными термически обработанными втулками 6.

На выходном валу 7 установлено лабиринтное уплотнение 9 и торцевое уплотнение 10, защищающие масляную ванну. Подвод воды к форсункам орошения на шнеке осуществляется по трубке 14 через полый выводной вал 7 редуктора. Устройство подвода воды выполнено так, что в случае его разгерметизации вода не попадает в масляную ванну редуктора.

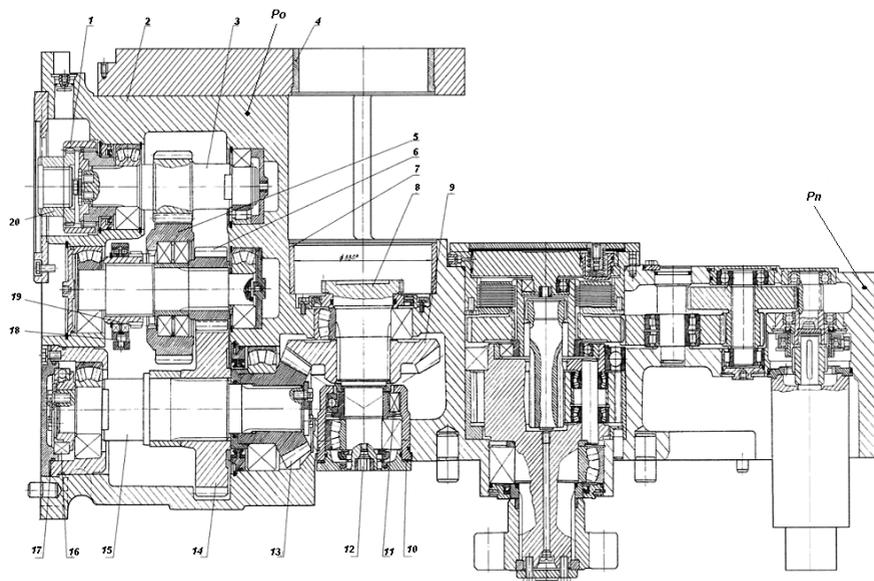


Рис. 16. Редуктор режущей части и механизма подачи

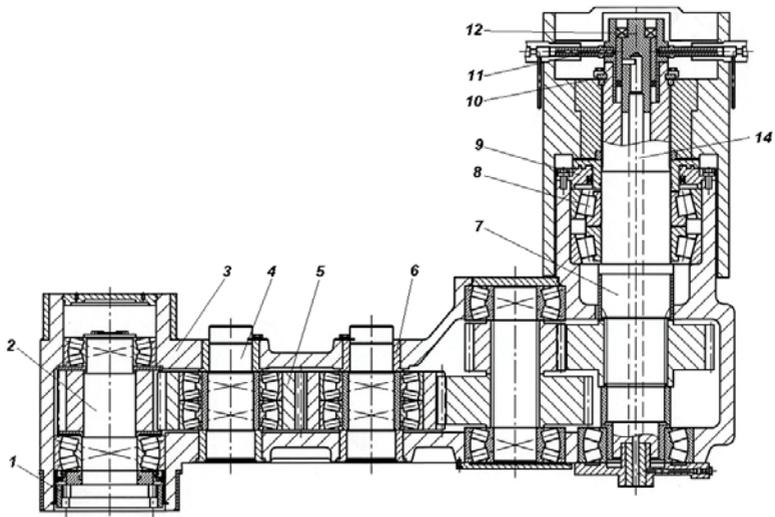


Рис. 17. Редуктор поворотный РКУ10

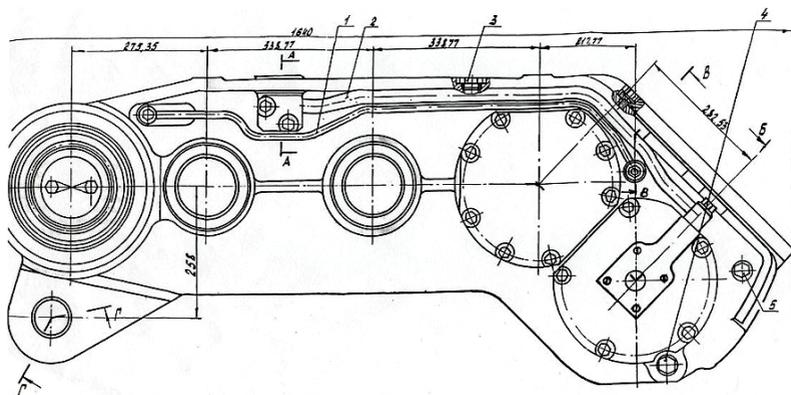


Рис. 18. Редуктор поворотный РКУ10

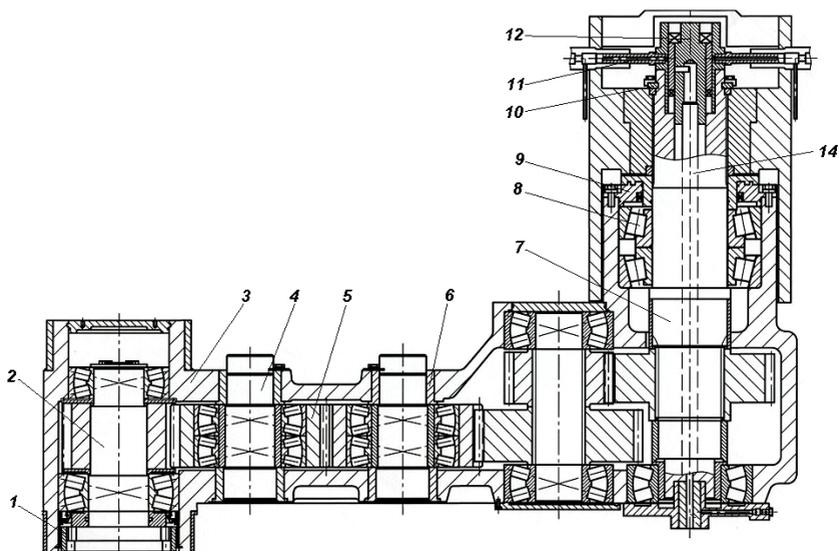


Рис. 19 - Редуктор поворотный РКУ1

Шнековые исполнительные органы

На комбайнах типа РКУ 10,13 в зависимости от вынимаемой мощности пласта используются шнековые исполнительные органы

диаметром – 1,0; 1,12; 1,25; 1,4; 1,6 м с шириной захвата 500, 630, 800 мм.

Шнеки диаметром 1250, 1400 мм (рис. 20, 21) состоят из сварного корпуса 2, к которому четырьмя болтами 7 и двумя штифтами 8 с гайками 6 крепится ступица 5. Шнек имеет безболтовое крепление резцов. Линейные (забойные) и кутковые резцы 3 (ЗР4.80) фиксируются в гнездах резцедержателей («кулаков») стопором 4, а торцевые резцы 9 (ШБМ-2С-1-1-04) – конусным соединением. Забойный торец шнека от попадания штыба в расточку закрыт крышкой 1.

Схема набора резцов последовательная и выполнена с двумя или тремя резцами в линии резания. К каждому линейному резцу подведено орошение. Система орошения шнека подключена к распределительному устройству 8, расположенному на выходном валу 2 поворотного редуктора.

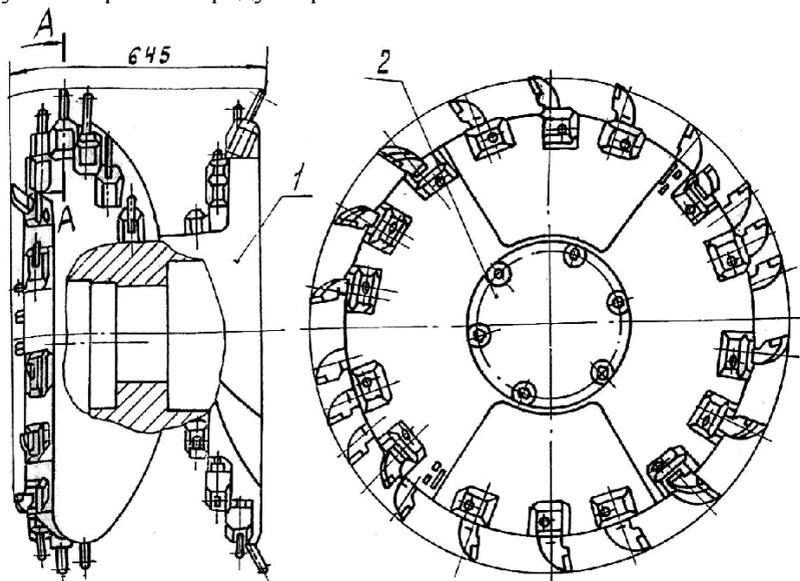


Рис. 20. Шнековый исполнительный орган комбайна типа РКУ10

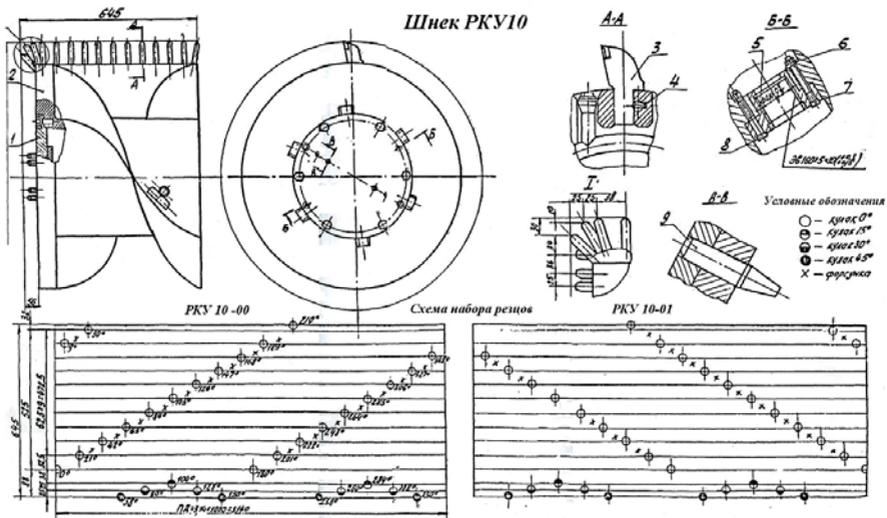


Рис. 21. Шнековый исполнительный орган комбайна типа РКУ10. 1 - крышка; 2 - шнек сварной; 3 - резец ЗР4.80; 4 - стопор ПБК001; 5 - ступица; 6 - гайка М30.6 СТП21-79; 7 - болт КШЗМ.43; 8 - штифт; 9 - зубок ШБМ2С-1-1-04.

Шнековые исполнительные органы устанавливаются на левом и правом поворотных редукторах, шарнирно установленных соответственно на левом и правом редукторах режущей части. При движении комбайна один из шнеков, идущий впереди, устанавливается и регулируется по кровле, а второй (отстающий) по почве пласта. Шнеки разрушают угольный массив и выгружают отбитую массу на забойный конвейер.

На комбайнах типа РКУ установлены два гидродомкрата, обеспечивающих регулировку положений шнеков по мощности пласта и удержания их в заданном положении, и два гидродомкрата установки подпорных щитков (см. гидросистему, рис 22).

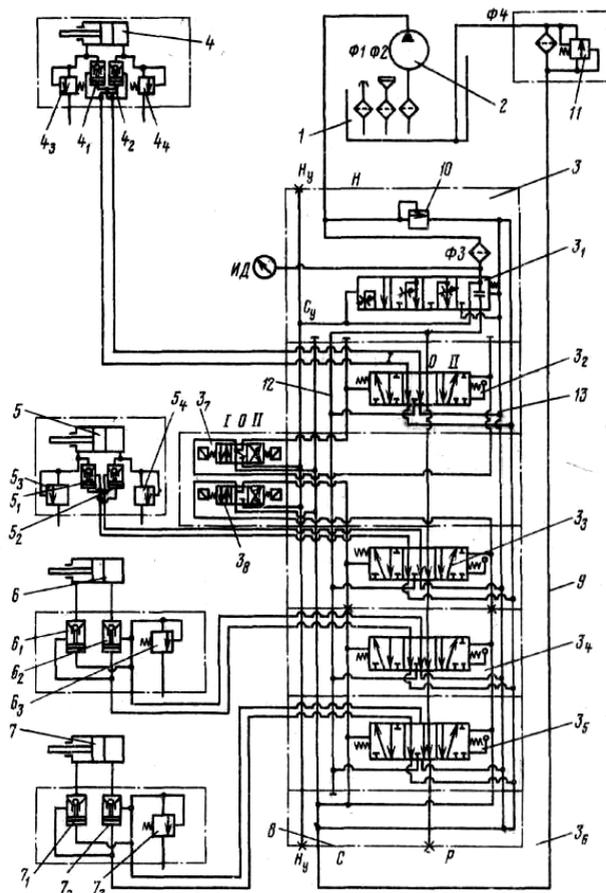


Рис. 22. Гидросистема позиционирования комбайна типа РКУ10

Гидросистема позиционирования

Гидравлическая система комбайна типа РКУ10 состоит из двух независимых групп (систем), одна из которых предназначена для управления гидроцилиндрами поворота рабочих органов комбайна (шнеками и погрузочными щитками), другая для перемещения комбайна по ставу скребкового конвейера.

Первая из них (рис. 22) включает в себя маслобак (бак) 1 с воздушным фильтром $\Phi 1$ типа 145-22 и всасывающим фильтром $\Phi 2$; радиально-поршневой насос 2 типа 50 НР-14 постоянной подачи; гидроблок управления 3; два гидроцилиндра 4 и 5 управления шнеками со встроенными в них гидрозамками 4_1 и 4_2 и 5_1 и 5_2 , а также предохранительными клапанами 4_3 , 4_4 , 5_3 и 5_4 на давление срабатывания 45 МПа; два гидроцилиндра 6 и 7 управления погрузочными щитками с гидрозамками 6_1 и 6_2 , 7_1 и 7_2 и предохранительными клапанами 6_3 и 7_3 , отрегулированными на давление срабатывания 45 МПа.

Гидроблок управления 3 скомпонован на базе унифицированной гидроаппаратуры УГ10 и включает в себя секции: концевую клапанную 3_1 , обеспечивающую подачу жидкости под давлением 2 МПа (путем редуцирования); 3_2 и 3_3 для управления гидроцилиндрами шнеков; 3_4 и 3_5 для управления гидроцилиндрами погрузочных щитков и концевую 3_6 с отводами для цепей нагнетания и слива. Для электрогидравлического управления распределителями 3_2 и 3_4 предусмотрены пилотные электрогидравлические распределители 3_7 и 3_8 типа Р2. В гидроблок входят фильтр $\Phi 3$ (тонкой очистки) и индикатор давления ИД.

При нейтральном положении распределителей поток рабочей жидкости поступает от насоса 2 к гнезду 8 и далее по линии разгрузки Р и слива выходит из гнезда С по линии связи 9 в маслобак. При переключении одного из распределителей гидроблока в рабочее положение линия разгрузки отсекается от слива и жидкость поступает в рабочие отводы включенного распределителя. Концевая секция 3_1 поддерживает постоянный подпор 2 МПа в линии управления H_y , выполняя функцию подпорного клапана при давлении в линии нагнетания менее 2 МПа и редукционного клапана при давлении в линии нагнетания свыше 2 МПа. Предохранительный клапан 10 настроен на давление срабатывания 20 МПа. В линии слива встроен фильтр $\Phi 4$ тонкой очистки с перепускным клапаном 11 на давление срабатывания 0,5 МПа.

Ниже, в качестве примера, рассмотрено управление гидроцилиндром 4 шнека.

В положении *I* электрогидравлического пилотного распределителя 3_7 рабочая жидкость по линии H_y подается в левую торцовую полость распределителя 3_2 , который из нейтрального положения 0 перемещается в положение *I*. Жидкость из правой торцовой полости распределителя 3_2 через распределитель 3_7 поступает в линию слива управления C_y . Рабочая жидкость под давлением поступает от насоса по линии 12 к распределителю 3_2 и от него через односторонний гидрозамок 4_1 в штоковую полость гидроцилиндра 4 ; из поршневой полости жидкость поступает через открытый гидрозамок 4_2 в распределитель 3_2 и от него в сливную линию 13 . В положении *II* пилотного распределителя 3_7 управляющая жидкость подается в правую торцовую полость распределителя 3_2 , в результате чего он переключается в положение *II*, при этом рабочая жидкость от насоса из магистрали 12 подается к распределителю 3_2 и от него в поршневую полость гидроцилиндра 4 через гидрозамок 4_2 , а из штоковой полости жидкость уходит через открытый гидрозамок 4_1 к распределителю 3_2 и от него — в сливную магистраль 13 . Гидроцилиндры 4 и 5 могут управляться также без пилотных распределителей 3_7 и 3_8 вручную распределителями 3_2 и 3_3 . Гидроцилиндры 6 и 7 шнеков управляются вручную распределителями 3_5 и 3_4 .

Система пылеподавления

Система пылеподавления предназначена для увлажнения и осаждения пыли, образующейся в процессе выемки угля и погрузки его на конвейер.

Система состоит из оросительной насосной установки 1 (1АЦНС13), забойного водовода 2 (ВЗН-32) и оросительное устройство комбайна 3 (рис. 23). Насосная установка состоящая из насосного агрегата 2УЦНС13, штрекового центробежного фильтра 2ФШЦ и электромагнитного вентилятора ВЭГ-3М, расположенных на одной из тележек в составе энергопоезда механизированного комплекса, и предназначена для подачи воды к комбайну с регулируемым расходом от 0,0 до 320 л/мин.

Всасывающий трубопровод насосной установки подсоединяется к противопожарно-оросительному трубопроводу.

Давление воды на входе в насосную установку должно быть не менее 1,5 МПа. Вода поступает через фильтр, где задерживаются частицы крупностью более 0,5 мм, в центробежный десятиступенчатый насос, который подает воду в систему под давлением до 25 МПа.

Забойный водовод состоит из рукавов диаметром 32 мм и длиной 20 м с соединительной арматурой на концах. Водовод прокладывается в борту конвейера до середины лавы, а затем размещается в кабелеукладчике до комбайна.

Оросительное устройство комбайна включает следующие основные узлы: кран-фильтр комбайновый (КФК-11), водопровод 6, переходник 4, устройство контроля работы системы пылеподавления 5 (УКСП). Из кран-фильтра вода поступает через УКСП на переходник 4, один из потоков поступает в систему охлаждения гидроставки, а второй – в систему охлаждения электродвигателя. Поток воды из системы охлаждения гидроставки поступает в левую ветвь орошения по трубопроводам к форсункам, установленным на шнеке, а поток от электродвигателя подводится к правой ветви оросительной системы.

При снижении давления в оросительном устройстве ниже 1 МПа срабатывает реле давления (РДС-1М) и дает сигнал на отключение комбайна от электрической сети. Всего в оросительном устройстве комбайна имеется 18 конусных форсунок КФЗ в блоках внешнего орошения и 16 плоскоструйных форсунок ПФ1 на исполнительных органах.

По требованию заказчика могут быть установлены: форсунки под каждым резцом шнека и водовоздушный эжектор с датчиком метана, предназначенным для предупреждения образования скопления метана между корпусом комбайна и забоем, и автоматического отклонения комбайна при опасной концентрации метана.

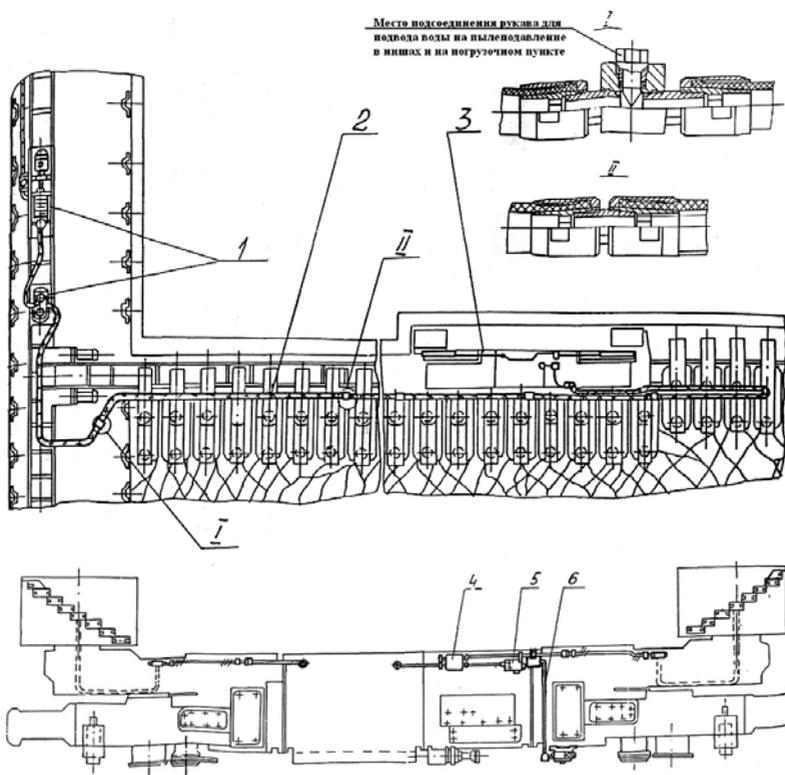


Рис. 23. Система пылеподавления РКУ10. 1 - установка насосная 1УЦНС13; 2 - водовод забойный ВЗН-32; 3 - устройство оросительное; 4 - переходник; 5 - устройство контроля средств пылеподавления; 6 - трубопровод.

Механическое оборудование карьеров подробно описано в учебном пособии Подэрни Р.Ю. [1].

Контрольные вопросы

1. Какими особенностями устройства комбайнов серий РКУ и при каких условиях обеспечивается следующее:
 - 1.1. Работа комбайна без подготовки ниш в лаве?
 - 1.2. Челноковая схема работы?
 - 1.3. Фронтальная зарубка в пласт?

- 1.4. Зарубка в пласт "косыми заездами»
- 1.5. Почему часто используют одностороннюю схему работы комбайнов серий РКУ?
2. В чем заключается унификация комбайнов серии РКУ?
3. Какие функции выполняет устройство «УРАН», устройство «ИКАР»?
4. По каким категориям угольных пластов могут применяться комбайны РКУ? (см. классификацию пластов по показателям: А, Е, R, образивности и наличию прослойков).
5. Изложите последовательность операций по замене резцов, вышедших из строя на исполнительных органах.
6. Какие передачи редуктора требуют регулировки? Как осуществляются?
7. Покажите на кинематической схеме комбайна зубчатые муфты и объясните их назначение.
8. Какие типы уплотнений предусмотрены в режущей части комбайна? Объясните их функциональное назначение.
9. Какие типы подшипников применяются в редукторах комбайна? Покажите на чертеже и объясните специфику их работы.
10. Объясните по чертежу конструкцию узлов подвода воды на орошение к форсункам.
11. Объясните конструкцию узла крепления исполнительного органа.
12. Как выбрать диаметр и ширину захвата шнекового исполнительного органа, если известна минимальная и максимальная мощность пласта и тип механизированной крепи?
13. Объясните по чертежу исполнительного органа как осуществляется выгрузка угля из зоны разрушения?
14. Что нужно сделать, если остается "земник"? (Ответить по гидравлической схеме).
15. Что нужно сделать, если остается уголь у кровли пласта? (По гидравлической схеме).
16. Как выполнена защита от перегрузок гидродомкратов положения шнеков?
17. Зачем предусмотрены гидрозамки в гидросистеме режущей части комбайна?

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

На практических занятиях изучается:

- порядок проведения монтажно-демонтажных работ;
- расчет параметров работы механизированного комплекса (скорость крепления), скорость подачи комбайна по условиям проветривания, вылету резца, транспортирующей способности конвейера);
- расчет рациональной расстановки резов на шнеке;
- расчет рациональной производительности очистного комплекса;
- выполнение на компьютере построения паспорта выбора режима работы комбайна – выполнения расчетно-графической работы;
- оформление РГР.

Расчетно-графическая работа

Определение технически-обоснованной производительности Омк

Наглядная и простая в пользовании программа для работы на ЭВМ поможет студентам лучше понять процессы, происходящие в горных машинах при их работе, уточнить область применения различных типов машин в тех или иных горно-геологических условиях.

Упрощенное моделирование работы комбайна и комплекса с использованием программы «Wild Cats» (для шнекового и корончатого исполнительных органов соответственно) позволит студентам узнать особенности изменения потребляемой комбайном мощности при варьировании многих важных исходных данных: коэффициента отжима, степени затупления резца, сопротивляемости резанию, хрупкости, мощности пласта, опыта работы машиниста, диапазона изменения сопротивляемости пласта резанию и др. Работа с этой программой дает материал для построения паспорта режима работы комбайна при разных вариантах его эксплуатации и формирует навыки, необходимые для расчета производительности комбайна и комплекса, правильного выбора оптимальной скорости подачи комбайна с учетом

скорости крепления и других параметров механизированной крепи, определения сроков службы комбайна.

В качестве примера предложен анализ энергетической характеристики и паспорта выбора режима работы комбайна РКУ-13 для условий шахт Печорского угольного бассейна.

Пример выбора ОМК

В качестве примера рассмотрен выбор технически обоснованной производительности очистного механизированного комплекса для условий шахт Печорского угольного бассейна.

Исходные данные

Угольный бассейн – Печорский;
Назначение угля – рядовой;
Сопrotивляемость угля в не отжатой зоне забоя – 240 Н/мм;
Содержание твердых включений в пласте – до 3%;
Степень хрупкости углей – вязкие;
Мощность пласта – 2,15 м;
Угол падения забоя – 0°.

Выбор комплекса

Для производства очистных работ в заданных горно-геологических условиях выбираем комплекс УКП (1). В состав комплекса входят:

1. Выемочная машина РКУ-13;
Тип резцов: кутковые РО100, забойные ТП125;
Диаметр исполнительного органа- 1,25 м;
Скорость резания исполнительным органом - 2,89 м/с;
Ширина захвата исполнительного органа - 0,645 м;
Число лопастей (заходов) на шнеке - 2.
2. Скребковый конвейер СП87ПМ;
3. Крепь 1УКП.

Краткое описание конструкции комбайна

Комбайн РКУ-13 предназначен для механизации выемки углей на пологих пластах (до 35°) мощностью 1,35 - г 2,6 м.

Комбайн работает по челноковой или односторонней схеме с рамы забойного конвейера в комплексе с механизированными крепями 1УКП, 1КМ87УМВ, 1КМТ.

Базовой моделью ряда является комбайн РКУ-13; базовыми узлами - гидроставка, энергоблок, механизм подачи, трансмиссии основного и поворотного редукторов, системы пылеподавления и системы управления комбайном.

Комбайн оснащен гидравлическим бесцепным механизмом подачи с гидроприводом на базе аксиально-поршневого насоса РНАСМ-125 с регулируемой подачей и гидромотора РМНА-125. В механизме подачи предусмотрен специальный тормоз, обеспечивающий удержание комбайна при его остановках.

Комбайн РКУ-13 комплектуется электродвигателем ЭКВЭ4-200 с водяным охлаждением мощностью 200 кВт.

Шнеки выполнены самозарубными; при помощи гидродомкрата положение каждого шнека регулируется по вынимаемой мощности пласта.

Благодаря такому устройству комбайн не требует проведения ниш. Однако концевые головки скребкового конвейера должны быть вынесены для этого на штреки.

Факторы, ограничивающие скорость подачи комбайна

Ограничение по условию транспортирования отбитой горной массы (СП87ПМ)

Выбор типа комплекса, как правило, предопределяет выбор типа забойного конвейера, так как каждый комплекс включает в себя конвейер. Необходимо проверить соответствие производительности конвейера и добычной машины.

Для нормальной работы комплекса производительность забойного конвейера должна соответствовать условию:

$$Q_{кон} \geq 1,2Q_{комб} ;$$

Из этого выражения можно найти скорость подачи комбайна в зависимости от производительности конвейера, м/с:

$$v_{n.к} = \frac{v_u \cdot B_{ж} \cdot h_{ж} \cdot \psi}{1,2 \cdot H_p \cdot B_3},$$

где $v_u = 1,0$ м/с – скорость движения цепи скребкового конвейера; $B_{ж}, h_{ж}$ – рабочая ширина и высота желоба конвейера, м; $\psi = 0,9$ – коэффициент использования объёма желоба.

$$v_{n.к} = \frac{1,0 \cdot 0,87 \cdot 0,080 \cdot 0,9}{1,2 \cdot 2,15 \cdot 0,645} = 0,038 \text{ м/с.}$$

Ограничение по условию крепления (ЛУКП)

Для нормальной работы комплекса должно выполняться условие:

$$k \cdot v_{кр} \geq v_n,$$

где $k = 0,3$ – коэффициент, учитывающий горно-геологические условия для плохих условий (возможны геологические нарушения пласта, вывалы кровли, пучение почвы);

$v_{кр}$ – скорость крепления; $v_{кр} = 2,1$ м/мин.

$$v_n \leq 0,3 \cdot 0,035 = 0,0105 \text{ м/с} = 0,63 \text{ м/мин.}$$

Ограничение по условию проветривания

Скорость подачи добычной машины, при которой обеспечивается необходимое проветривание лавы, м/с:

$$v_n \leq \frac{S \cdot v_{\max} \cdot d \cdot K_{г.п.}}{100 \cdot H_p \cdot B_3 \cdot \gamma \cdot n \cdot g_0},$$

где $S=2,2$ м² – площадь сечения рабочего пространства; $v_{\max} = 4,0$ м/с – максимальная скорость движения воздуха в лаве; $d=1\%$ – допустимая концентрация метана в исходящей струе; $K_{г.п.} = 1,5$ – коэффициент, учитывающий движение воздуха по выработанному пространству; $n=1$ – коэффициент естественной дегазации пласта [1]; $g_0=10$ м³/т – метанообильность разрабатываемого пласта.

$$v_n \leq \frac{2,20 \cdot 4,0 \cdot 1 \cdot 1,5}{100 \cdot 2,15 \cdot 0,645 \cdot 1,65 \cdot 1 \cdot 10} = 0,0057 \text{ м/с} = 0,34 \text{ м/мин.}$$

Ограничение по условию вылета резцов

$$v_{н.в.р.} \leq \frac{0,8 \cdot l_p \cdot v_p \cdot m_i}{\pi \cdot D_p},$$

где l_p – конструктивный вылет для резца типа РО100 (10 см);

$m_i=2$ – число резцов в линии резанья;

v_p – скорость резания, $v_p=2,89$ м/с;

$$v_{н.в.р.} \leq \frac{0,8 \cdot 0,1 \cdot 2,89 \cdot 2}{3,14 \cdot 1,25} = 0,117 \text{ м/с} = 7 \text{ м/мин.}$$

Ограничение по условию рациональной отработки ресурса

Оптимальная скорость подачи:

$$v_{н.опт.} = \sqrt{\frac{P_x \cdot (a_c + 1)}{\kappa_a \cdot \kappa_v \cdot B'}}$$

где $P_x=15$ кВт – мощность холостого хода комбайна [1]; $a_c=0,40$ – интенсивность роста потерь мощности в приводе при статической нагрузке; $\kappa_a=0,004$ кВт⁻¹ – интенсивность роста потерь мощности в приводе с увеличением среднеквадратического отклонения колебаний нагрузки; $\kappa_v=1700$ кДж/м – интенсивность роста среднеквадратического отклонения мощности на единицу скорости подачи; $B'=P_p/v_n$, кВт·мин/м – интенсивность роста средней мощности резанья [1].

Подставляя значения v_n (от 0,01 м/с до 0,08 м/с с шагом 0,01) в формулу средней мощности резания, (кВт) [2]:

$$P_p = (0,0025 \cdot n_{p,p} \cdot (\beta_1 \cdot A_p + \gamma_1) \cdot v_p + 122,7 \cdot B_3 \cdot H_p \cdot \delta_1 \cdot A_p \cdot v_n) / \eta_{cp},$$

где $\beta_1 = 0,5$; $\gamma_1 = 0$; $\delta_1 = 0,06$. – эмпирические коэффициенты, зависящие от свойств угля (для Печорского бассейна); $n_{p,p} = 22$ – число одновременно режущих резцов.

Поделив полученные значения P_p на подставляемые значения V_{II} получим значение $B' = 30,2$.

$$v_{н.опт.} = \sqrt{\frac{15 \cdot (0,40 + 1)}{0,004 \cdot 1700 \cdot 26,8}} = 0,30 \text{ м/мин.}$$

Подготовка исходных данных для расчета на ПК и построение паспорта режима работы комбайна

Для построения энергетической характеристики комбайна необходимо произвести расчет мощности добычного комбайна при заданном числе и значениях скорости подачи и различных диапазонах их изменения.

Исходные данные:

$D_p=1,25$ м – диаметр шнека;

$v_p = 2,89$ м/мин – скорость резания;

$B_r=1$ см – ширина режущей кромки резца;

$E=1,65$ – хрупкость пласта;

$S_2=0,01$ – площадка притупления резца;

$F_1=0,3$; $F_2=0,4$ – коэффициенты сопротивления пласта резанию;

$kq_1=1,0$ – коэффициент охвата первого шнека;

$kq_2=0,43$ – коэффициент охвата второго шнека;

$K_{oc1}=1,0$ – коэффициент ослабления первого шнека;

$K_{oc2}=0,90$ – коэффициент ослабления второго шнека;

$\eta_{реж.ч.}=0,87$ – КПД режущей части, Nuc ;

$\eta_{под.ч.}=0,6$ – КПД подающей части, Nuh ;

$\eta_{элев.}=0,96$ – КПД электродвигателя Nue ;

$G=210000$ Н – сила веса комбайна;

$\alpha=0^\circ$ – угол падения пласта;

$K_y=1$ – коэффициент влияния угла резания на удельную энергию резания;

$K_f=1$ – коэффициент формы верхней поверхности резца;

$GAM=1,35$ – плотность угля;

$NNN=3$ – число раз изменений массивов AR и VP;

$KKK=1,3$ – коэффициент увеличения диапазона изменения скорости;

$ARR=1,3$ – коэффициент изменения диапазона варьирования величиной AR (сопротивляемость угля резанию).

На рис. 24 показана таблица для ввода исходных данных в программу «Wild Cats».

Результаты расчетов показаны на рис. 25.

Wild Cats http://wcats.narod.ru

Данные

Диаметр шнека, м D: 1,25 Коэф. влияния угла резания на удельную энергию резания K_u : 1 NNN: 2 KKK: 1,3

Скорость резания, м/с V_r : 2,89 Коэф. формы верхней поверхности реза K_f : 1 ARR: 1,3 Толщина строчки H: 0,25

Ширина реж. кромки реза, см B_r : 1 Seam thickness St: 2,15 Число линий резания K: 1,3

Хрупкость пласта E: 1,65 Specific coal weight gam GAM: 1,35 Resistance of cutting and speeds number N: 11

Площадка притупления реза, см2 S_z : 0,01

Коэф. сопр. пласта резанию F1 и F2: 0,3 0,4

Коэф. охвата шнека K_q1 и K_q2 : 1 0,43

Коэф. ослабления K_{oc1} и K_{oc2} : 1 0,90

КПД режущ. части η_{rc} : 0,87

КПД подающей части η_{nh} : 0,6

КПД эл. двигателя η_{ue} : 0,96

Сила веса комбайна, G(н): 210000

Угол падения пласта, градусы α_f : 0

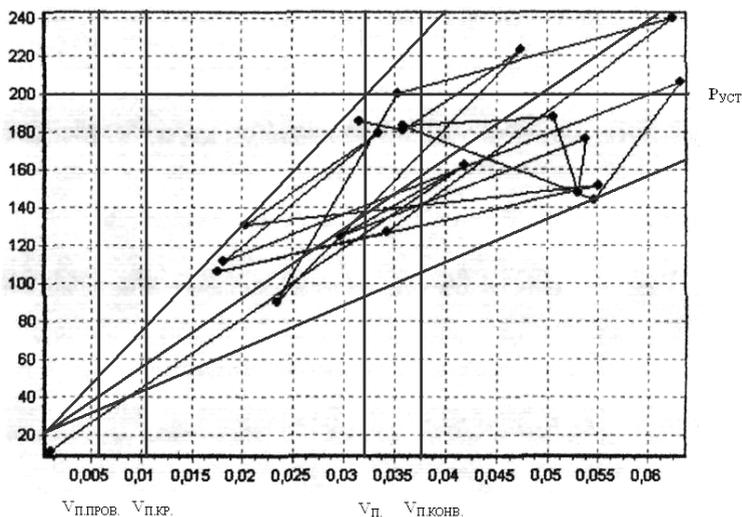
Ar(1)...(x)	Vp(1)...(x)	Vel(1)...(x)	Kot(1)...(x)	M(1)...(x)	T(1)...(x)
240	0,001	45	1	4	2,5
240	0,005	30	1	2	2,5
240	0,010	20	1	2	4,3
240	0,015	0	1	2	5,5
240	0,020	0	1	2	5,5
240	0,025	0	1	2	5,5
240	0,030	0	1	2	5,5
240	0,035	0	1	2	5,5
240	0,040	0	1	2	5,5
240	0,045	0	1	2	5,5
240	0,048	0	1	2	5,5
240	0,048	0	1	1	5,7
240	0,048	0	1	1	2

Добавить Добавить

Расчёт График Сумма $B_z = 61$

HTTP://WCATS.NAROD.RU Данные Очистить Менять Скорости Поддачи

Рис. 25. Ввод исходных данных в программу «Wild Cats»



Анализ паспорта режима работы комбайна

Перечисленные выше ограничения по скорости подачи, а также полученный график показывают: необходима замена резцов на резцы с большим вылетом. Существенным ограничением по скорости подачи комбайна является ограничение по условию проветривания, скорость подачи комбайна $v_n = 0,34$ м/мин.

Для уменьшения влияния газового фактора на процесс выемки целесообразно уменьшить содержание метана в исходящей струе путем дегазации угольного пласта и его спутников, микрокапиллярное увлажнение пласта с разбавлением метана подсушающей струей воздуха. Эти мероприятия позволят увеличить нагрузку на забой в 2-5 раз. Таким образом, скорость проветривания не будет влиять на производительность.

Также возможен вариант применения параллельной схемы передвижки секций крепи, то есть при одновременной работе нескольких крепильщиков по передвижке можно увеличить скорость крепления за комбайном в 1,5-1,8 раз по сравнению с расчетной скоростью крепления. А с использованием дополнительной насосной станции можно увеличить производительность приблизительно в 2 раза.

В результате предполагаемых, перечисленных выше мероприятий ограничения скорости подачи комбайна по проветриванию и скорости крепления не будут существенными, их можно не учитывать. Следовательно комбайн может работать в тяжелых условиях со скоростью, определяемой по тепловому режиму комбайнового двигателя (пересечение верхнего луча энергетической характеристики с линией, обозначающей устойчивую мощность 200 кВт, смотри рисунок паспорта выбора режима работы комбайна):
 $v_i = 0,032$ м/с = 1,92 м/мин.

Расчет производительности

Теоретическая производительность:

$$Q_{теор.} = H_p \cdot B_z \cdot v_n \cdot \gamma = 2,15 \cdot 0,645 \cdot 1,92 \cdot 1,35 = 3,59 \text{ т/мин.}$$

Техническая производительность комбайна:

$$Q_{mex} = 60Q_{теор}k_{mex}, \text{ где}$$

$k_{mex} < 1$ – коэффициент технически возможной непрерывности работы комбайна в конкретных условиях эксплуатации.

$$k_{mex} = \frac{T}{T + T_{в.о.}}, \text{ где}$$

T – время производительной работы комбайна по выемке угля, мин/цикл

$$T = \frac{L - l_n}{v_n}, \text{ где}$$

L – длина лавы, $L=250$ м; l_n – длина ниш, м (при безнишевой выемке угля $l_n=0$);

$$v_n = v_{n.p0} = 1,92 \text{ м/мин.}$$

$$T = \frac{250}{1,92} = 130,2 \text{ мин.}$$

За время полного цикла работы комбайна общие затраты времени на вспомогательные операции, не совмещенные с его работой составят:

$$T_{в.о.} = T_{м.о.} + T_{к.о.} + T_{з.р.} + T_{у.н.}$$

Значение вспомогательных операций принято следующее:

$T_{м.о.}$ – затраты времени в течение цикла на несомкнутые маневровые операции. $T_{м.о.} = 0$ (при челноковой схеме);

$T_{к.о.}$ – затраты времени на концевые операции, $T_{к.о.} = 15$ мин;

$T_{з.р.}$ – время на замену резцов, $T_{з.р.} = 2$ мин;

$T_{у.н.}$ – время на устранение неисправностей, $T_{у.н.} = 1$ мин.

$$T_{в.о.} = 0 + 15 + 2 + 1 = 18 \text{ мин;}$$

$$k_{mex} = \frac{130,2}{130,2 + 18} = 0,87;$$

$$Q_{mex} = 60 \cdot Q_{теор} \cdot k_{mex} = 60 \cdot 0,87 \cdot 3,59 = 187,4 \text{ т/час.}$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Требования к курсовой работе

В курсовой работе должны быть рассмотрены различные варианты оборудования для проходки горизонтальных выработок, средства доставки, а также откатки горной породы. Выбрана наиболее рациональная и производительная техника. В работе приведено описание объекта, патентный поиск оборудования, расчет параметров паспорта БВР, а также расчет скорости бурения.

Проведением горной выработки называют выполнение комплекса работ по отделению породы от массива, ее погрузке и транспортированию, возведению крепи, а также выполнению ряда вспомогательных процессов. Этот комплекс обеспечивает периодическое или непрерывное перемещение забоя выработки (подвигание) с запланированной скоростью.

В зависимости от горно-геологических условий (физико-механических свойств пород, устойчивости массива, величины водопритоков) применяют обычные или специальные способы проведения выработок.

Если выработки проводят в условиях, когда породы позволяют обнажать забой и бока (стенки) и при этом не наблюдается больших водопритоков, то такие условия и соответствующие способы проведения выработок называют обычными. Если же, наоборот, выработки проводят по неустойчивым породам, не допускающим обнажения (пески, пльвуны и др.) или в условиях сильного водопритока, то применяют специальные способы проведения (предварительное искусственное водопонижение, замораживание, тампонаж и т.д.).

Проходческие процессы проведения горных выработок делят на основные и вспомогательные.

Основные средства повышения производительности горнопроходческих работ – оснащение организации высокоэффективной техникой и обеспечение условий для её нормальной эксплуатации.

Выбор комплекта оборудования для проведения горизонтальной подземной горной выработки зависит от горнотехнических условий, объемов работ и объективных возможностей предприятия по приобретению требующихся машин и механизмов.

ПРИМЕР КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Обоснование эксплуатационных параметров комбайна для проведения выработок в условиях шахты «Ангидрит»

В виду того, что ангидрит является малоценным полезным ископаемым, становится очевидным, что возмещение затрат за повышенные потери при естественном поддержании очистного пространства будет больше, чем экономический ущерб от потерь балансовых запасов. Следовательно, месторождение следует разрабатывать классом систем с естественным поддержанием очистного пространства. Камерно-столбовая система как одна из наиболее эффективных широко распространена в отечественной и зарубежной практике разработки горизонтальных, пологопадающих, слабонаклонных и наклонных (до 40°) рудных тел, залегающих в устойчивых и весьма устойчивых породах.

В настоящее время на руднике «Ангидрит» применяется буровзрывной способ отбойки. Буровзрывной способ отбойки заключается в обурировании забоя при помощи СБУ. Диаметры шпуров, принятых на руднике, 36-43 мм. Количество шпуров зависит от горно-геологических условий выработки. Применяемое ВВ Аммонит 6 ЖВ и Гранулит АС-8. Зарядка шпуров производится ЗП-2. Доставка отбитой руды осуществляется при помощи ПДМ и самосвалов.

Механический способ отбойки заключается в воздействии на породу при помощи бурового рабочего органа. Проходческие комбайны могут быть избирательного действия и бурового действия.

В последнее время в странах с развитой горной промышленностью уделяют большое внимание проходческим комбайнам. Использование комбайнов позволяет совместить во времени основные, наиболее трудоемкие и тяжелые операции

(разрушение забоя и последующую уборку горной массы), что дает возможность повысить в 2-2,5 раза темпы проведения горных выработок и добычи полезного ископаемого. Вместе с тем при комбайновом способе проходки существенно повышается устойчивость горных выработок, т.к. связанность пород в горном массиве нарушается в меньшей степени, чем при буровзрывных работах, что снижает затраты на поддержание выработок.

Характеристика отечественных комбайнов, аналогичных по конструкции с комбайном типа МН

Новокраматорский машиностроительный завод совместно с Донгипроуглемашем освоили выпуск нового семейства высокоэффективных проходческих машин для эксплуатации в шахтах, опасных по газу и пыли.

Базовой машиной семейства явился проходческий комбайн П110 избирательного действия для отбойки и погрузки горной массы при проведении выработок сечением от 7 до 25 м² по углю и смешанному забою.

Комбайн прошел полный цикл испытаний на шахтах Донбасса, по итогам которых он принят к серийному производству и уже эксплуатируется на двенадцати шахтах, при этом испытания показали более высокий темп проходки и надежность в сравнении с аналогичными машинами, работающими на шахтах СНГ.

В развитие прогрессивных компоновочных, конструктивных решений, заложенных в базовой модели, создан новейший проходческий комбайн тяжелого типа П220 с повышенными характеристиками по производительности (в 1,5-2 раза), крепости разрушаемых пород, сечению проводимых выработок и надежности.



Рис. 27 Общий вид проходческого комбайна П220

Комбайн П220 избирательного действия со стреловым исполнительным органом предназначен для механизированной отбойки и погрузки горной массы при проведении арочной, трапециевидной и прямоугольной выработки сечением от 9 до 30 м в проходке с углом наклона $\pm 12^\circ$ по углям и смешанному забою с максимальным пределом прочности пород 120 МПа ($f=8$) и абразивностью до 18 мг в шахтах, опасных по газу и пыли.

Конструкция проходческого комбайна МН-620 практически аналогична конструкции комбайна П220 (Рис.27).

Сопоставление параметров комбайнов П110, П220 и МН-620 Alpine Miner представлено в табл. 8

Таблица 8

Технические параметры проходческих комбайнов

Параметры комбайна	П110	П220	МН-620
Производительность при предельной прочности пород, м ³ /мин	0,3	0,3	0,3
Номинальная мощность электродвигателей исполнительного органа, кВт	2×55	2×110	200
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	190	305	519
Номинальные параметры питающей сети: - напряжение, В - частота тока, Гц	1140/660 50	1140/660 50	1140 50
Габаритные размеры в транспортном положении, м: - ширина - высота - длина	2,3 1,8 12,7	2,55 1,85 13	3,5 3,2 17,5
Масса, т	41	53	115
Орган исполнительный			
Тип - стреловидный телескопический с двумя аксиальными резцовыми коронками			
Диаметр коронки, мм	900	1050	1050
Тип резцов	RG501D-16S, PT3212, ПКС-2, ПКС-3	RG501D-16S, PT3212, ПКС-2, ПКС-3	ПКС-3

Продолжение таблицы 8

Параметры комбайна	П110	П220	МН-620
Величина телескопической раздвижности, мм	550	600	550
Ходовая часть	гусеничная	гусеничная	гусеничная
Скорость движения комбайна , м/с	0 ... 1,5; 6,0	0 ... 1,3; 5,0	0-8,8
Гидросистема			
Рабочее давление, МПа	14	14 ... 16	н/д
Ёмкость гидросистемы, л	700	800	н/д
Стоимость, руб.	9800000	11200000	67200000

Общие сведения о комбайне МН-620 Sandvik Mining and Construction

Комбайн МН-620 (см. рис. 28, 29) является стреловидным комбайном избирательного действия с электрогидравлическим приводом. Комбайн может применяться для резания твердой породы с одноосной кубиковой прочностью до 80 МПа. Могут обрабатываться также тонкие пласты с более высокой прочностью.

Комбайн может применяться для горных работ всех видов, благодаря следующим качествам:

- малые габариты комбайна;
- простой демонтаж и монтаж узлов и компонентов;
- возможность использования в существующих проходческих системах;

Применение комбайна в качестве добычного позволяет производить:

- селективную выемку ценных пластов из пустот с помощью стрелы;
- дополнительная оснастка поворотным конвейером и уширителями погрузочной плиты обеспечивает эффективное применение в камерно- столбовой системе.



Рис. 28 Внешний вид МН-620

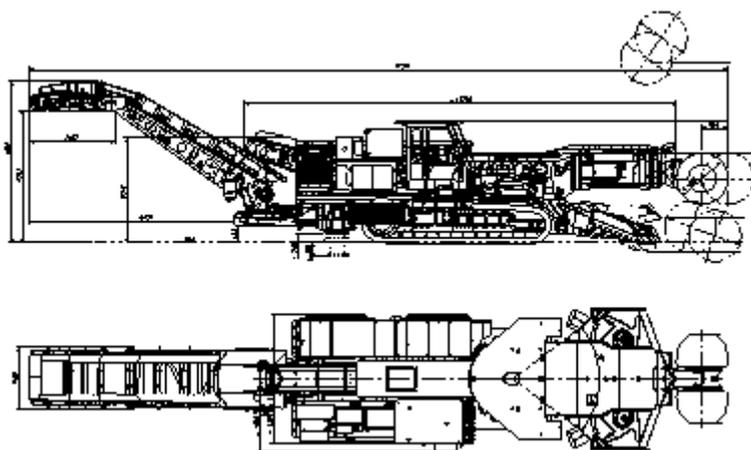


Рис. 29 Общий вид комбайна МН-620

Таблица 9

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

МН620		
Общая длина комбайна без поворотного ленточного перегружателя.	11500	[мм]
Ширина комбайна без погрузочного стола)	3220	[мм]
Ширина комбайна с погрузочным столом	3500 (4500)	[мм]
Общая высота комбайна	3200	[мм]
Ход телескопа стрелы рабочего органа	600	[мм]
Давление на почву без навесной бурильной установки	0,21	[МПа]
Общая масса комбайна без навесной бурильной установки	115000	[кг]
Общая установленная электрическая мощность:	519	[кВт]
Двигатель режущего органа	300	[кВт]
Двигатель маслостанции	200	[кВт]
Двигатели звездочек погруз. Стола	72	[кВт]
Рабочее напряжение	1140/50	[В/Гц]

Таблица 10

Параметры обрабатываемого сечения

МН620		
Макс. площадь сечения выработки (без телескопа)	39,7	[м ²]
Макс. площадь сечения выработки (с телескопом)	47,1	[м ²]
Порез ниже уровня гусениц	500	[мм]
Ширина резания из одного положения без телескопа	7800	[мм]

Продолжение таблицы 10

Горизонтальный угол поворота страы раб. органа	2x37	[град.]
Высота резания	5300	[мм]
Максимум (с телескопом)	5800	[мм]
Макс. положение погруз. стола выше / ниже уровня гусениц	600 / 250	[мм]
Проходимые уклоны/подъемы:	16	[град]
Продольный подъем/уклон, макс. +/-	6	[град]
Поперечный наклон, макс. +/-		
Проходимые радиусы куполов, мин.	25	[м]
Проходимые радиусы мульд, мин.	25	

Описание узлов комбайна

Основная оснастка комбайна МН-620 состоит из следующих узлов: исполнительный орган, поворотный механизм, погрузочная плита, цепной конвейер, гусеничное ходовое устройство, рама, электрооборудования, гидравлическое оборудование, смазка, главное место машиниста, вспомогательное место машиниста.

Исполнительный орган закреплен на поворотном механизме. На исполнительном органе установлены привод режущей головки, обе половинки режущей головки и внутри самой коробчатой конструкции двигатель режущего органа (электродвигатель с водяным охлаждением).

Редуктор режущей головки: передаточное число 27,48; число оборотов на коронке 52 об/мин; момент вращения на выходе 82,4 кНм.

Поворотный механизм перемещает исполнительный орган вертикально и горизонтально.

Погрузочное устройство имеет сварную конструкцию и предназначено для захвата горной массы и ее погрузки на цепной конвейер посредством нагребавших лап. Нагребавшие лапы имеют электрический привод.

Поворотный конвейер установлен посередине комбайна и транспортирует горную массу посредством конвейерной цепи к задней части комбайна. В качестве конвейерной цепи служит пластинчатая цепь. Свободное сечение прохода под поворотным механизмом: высота прохода 700 мм, ширина прохода 840 мм. Этот проход позволяет также транспортировку горной массы в крупных кусках.

Гусеничный ходовой механизм служит для маневренности комбайна в режиме резания и для перемещения комбайна на более дальние расстояния.

Гидравлический агрегат обеспечивает работу ходовых цилиндров, ходового механизма и привода цепного конвейера. Гидравлические насосы (аксиально-поршневые) оснащены регулировкой производительности и давления. Они обеспечивают только гидравлическую мощность, которая требуется для соответствующего потребителя. Таким образом, снижаются потери мощности.

Кинематическая схема

Кинематическая схема (см. рис. 30) состоит из отдельных, не связанных между собой, кинематических схем исполнительного органа, ходовой части, конвейера, редукторов лап и перегружателя.

Привод исполнительного органа 1 осуществляется от двигателя 4 мощностью 200 кВт. Крутящий момент передается через редуктор 3 на вал стрелы 2.

Ходовая часть комбайна имеет индивидуальный привод для каждой гусеницы от одного двигателя. Двигатель 5 мощностью 70 кВт через редуктор 6 передает крутящий момент левой и правой

соответствующую примерно половине диаметра режущей головки, при этом телескопическое устройство полностью выдвинуто. Затем исполнительный орган поворачивается в горизонтальной плоскости влево и вправо и обрабатывает сразу оставшуюся часть забоя (см. рис. 31).

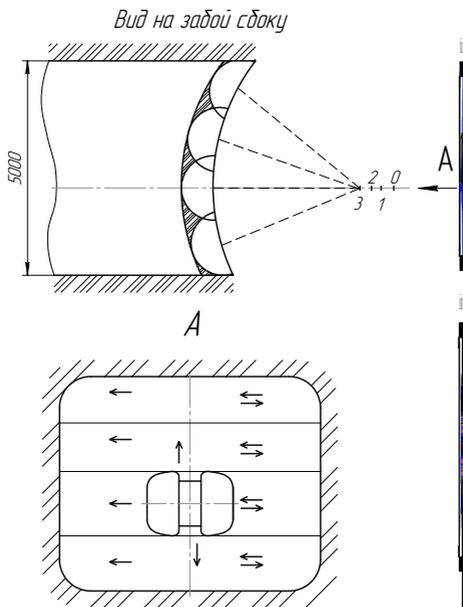


Рис. 31. Отработка врезной щели в забое

Расчет силовых показателей разрушения горной породы

Для определения рациональных параметров работы исполнительного органа проверим соотношения основных характеристик резания с установленной мощностью фрезы.

Усилия резания и подачи на одном остром резе определяются по формулам:

$$Z_{x0} = \bar{A}_p h \frac{0.35b_p + 0.3}{b_p + E\sqrt{h}} t \cdot K_{om} \cdot K_{об} \cdot K_{\phi}, H;$$

$$Z_{y0} \approx \frac{Z_{x0}}{2}, H;$$

где \bar{A}_p -сопротивляемость породы резанию, кН/м; h -толщина стружки, см; b_p -расчетная ширина режущей части резца, мм; E -хрупкость породы, принимаем $E=2$; t -шаг резания, см; K_{om} -коэффициент отжима, $K_{om} = 1$; $K_{об}$ -коэффициент обнажения забоя, $K_{об}=1$; K_ϕ -коэффициент формы резца, $K_\phi = 0,85$.

Толщина стружки рассчитывается по формуле :

$$h = \frac{200 D_k v_n}{v_p m_i}, \text{ см};$$

где D_k -диаметр коронки, $D_k = 1,4$ м; v_n -скорость подачи, $v_n = 0,06$ м/с; v_p -скорость резания, м/с; m_i -число линий резанья, $m_i = 2$.

Скорость резанья найдем по формуле:

$$v_p = \frac{\pi D_k n}{60}, \text{ м/с};$$

где D_k -диаметр коронки, $D_k = 1,4$ м; n -частота вращения коронки, $n = 120$ мин⁻¹.

Рассчитаем толщину стружки по формулам :

$$v_p = \frac{3,14 \cdot 1,4 \cdot 120}{60} = 8,8 \text{ м/с};$$

$$h = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 0,1}{8,8 \cdot 2} = 0,96 \text{ см}.$$

Шаг резанья определяется по формуле:

$$t = b_p + E \sqrt{h}, \text{ см}$$

$$t = 1 + 2 \sqrt{0,96} = 3,0 \text{ см}.$$

Сопротивляемость породы резанью \bar{A}_p зависит от крепости по шкале М.М. Протодьконову $f=5$ следующей зависимостью:

$$\bar{A}_p \cong 150 f .$$

Рассчитаем по формулам усилия подачи и резанья на одном резце:

$$Z_{x0} = 10 \cdot 150 \cdot 5 \cdot 0,96 \frac{0,35 \cdot 1 + 0,3}{1 + 2\sqrt{0,96}} 3,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 3957,0 \text{ Н};$$

$$Z_{y0} \approx \frac{3957,0}{2} = 1978,5 \text{ Н}.$$

Сила резанья и подачи на фрезе определяются по формулам:

$$F_p = \frac{1}{2} K_{охв} \cdot K_{заг} \sum_{i=1}^N Z_{xi} \cdot n_i, \text{ Н};$$

$$F_n = \frac{1}{2} K_{охв} \cdot K_{заг} \sum_{i=1}^N Z_{yi} \cdot n_i, \text{ Н};$$

где $K_{охв}$ - коэффициент охвата, $K_{охв} = 0,4$; $K_{заг}$ - коэффициент заглубления показывает, на сколько заглублена коронка относительно полной ее длины.

$$K_{заг} = \frac{l'_к}{l_к},$$

где $l_к$ -длинна коронки; $l'_к$ -длина заглубленной части коронки, $K_{заг} = 0,4$, n- число одновременно режущих резцов, n=24.

$$F_p = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 3957 \cdot 24 = 7597,4 \text{ Н};$$

$$F_n = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 1978,5 \cdot 24 = 3798,7 \text{ Н}.$$

Рассчитаем потребляемую мощность на резанье и подачу по формулам:

$$P_p = \frac{F_p \cdot v_p}{1000 \eta_{реж}}, \text{ кВт};$$

$$P_n = \frac{F_n \cdot v_n}{1000 \eta_{\text{нод}}}, \text{кВт};$$

где $\eta_{\text{рез}}$, $\eta_{\text{нод}}$ -коэффициент полезного действия режущей и подающей части.

$$P_p = \frac{7597,4 \cdot 8,8}{1000 \cdot 0,6} = 111,4 \text{кВт};$$

$$P_n = \frac{3798,71 \cdot 0,06}{1000 \cdot 0,6} = 0,38 \text{кВт}.$$

Максимальная мощность не должна превышать установленную мощность на фрезе $P_{\text{уст}} = 300 \text{кВт}$.

$$P_{\text{max}} = \frac{P_p + P_n}{\eta_{\text{з.м.}}};$$

$$P_{\text{max}} = \frac{111,4 + 0,38}{0,6} = 186,27 \text{кВт}.$$

Условия выполняется $P_{\text{max}} = 186,27 \text{кВт} < P_{\text{уст}} = 300 \text{кВт}$.

Используя выше перечисленные формулы, средствами табличного редактора Microsoft Excel выявим зависимость между крепостью породы по Протодьконову f и мощностью затрачиваемой на разрушение породы P_{max} . Построим графики при различной скорости подачи (рис.5) и коэффициенте заглубления (рис. 32).

- $P=f(f)$, при $v_n = \text{const} = 0,06 \text{м/с}$; $K_{\text{заг}} = \text{var}$.

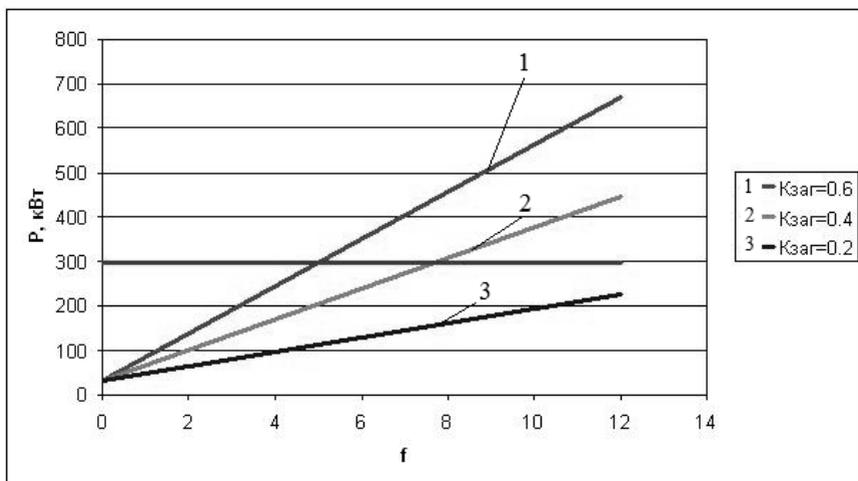


Рис.32. График зависимости $P=f(f)$ при различном коэффициенте охвата.

Из графиков видно, что при попадании твердых включений чтобы не превысить значение установленной мощности $P_{ycm} = 300 \text{ кВт}$ необходимо уменьшить скорость подачи v_n или коэффициент заглубления K_{zag} .

Расчет производительности.

Теоретическая производительность выемочного комплекса является максимальной. Она определяется в единицу времени непрерывной работы комплекса с рабочими параметрами, максимальными для данных условий эксплуатации по формуле:

$$Q_{теор} = v_n S, \text{ м}^3/\text{мин};$$

где $v_n = 6 \text{ м/мин}$ - скорость подачи фрезы; S - площадь разрушаемого исполнительным органом сечения, перпендикулярного к направлению подачи находится по формуле.

$$S = S_k = \frac{\pi \cdot D^2}{4};$$

где D_k - диаметр коронки, $D_k = 1,4 \text{ м}$;

$$Q_{теор} = 6 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,4^2}{4} = 9,24, \text{ м}^3/\text{мин},$$

Техническая производительность определяется количеством отбитой горной породы, добытого в единицу времени, с учетом затрат на выполнение вспомогательных операций, присущих комплексу, а также затрат времени на ликвидацию отказов по формуле:

$$Q_{техн} = 60k_{техн}Q_{теор}, \text{ м}^3/\text{ч};$$

где $k_{техн}$ - коэффициент технически возможной непрерывной работы комбайна, определяемый по формуле :

$$k_{техн} = \frac{1}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{н.к}}{T_p}};$$

где k_2 - коэффициент готовности комбайна, учитывающий относительное время простоев по устранению неисправностей, $k_2=0,88$; $T_{н.к}$ - время простоев за цикл, зависящих от конструкции комбайна, $T_{н.к} = 8,4$ мин; T_p - время обработки забоя за цикл находим по формуле

$$T_p = \frac{LS_g}{Q_{теор}}, \text{ мин};$$

где L-длина проходки за цикл равная заглублению коронки в забой, $L=1,4$ м; S_g -площадь сечения выработки, $S_g = 28,26 \text{ м}^2$.

Используя формулы найдем техническую производительность.

$$T_p = \frac{1,4 \cdot 28,26}{9,23} = 4,3 \text{ мин};$$

$$k_{техн} = \frac{1}{\frac{1}{0,88} + \frac{8,4}{4,3}} = 0,32;$$

$$Q_{техн} = 60 \cdot 0,32 \cdot 9,2 = 178,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Эксплуатационная производительность комплекса определяется с учетом всех видов простоев, имеющих место при работе, поэтому она характеризует, в конечном счете, фактическое количество горной породы вынимаемого в единицу времени комплексом при достаточно длительной работе.

$$Q_3 = 60k_3 Q_{теор}, \text{ м}^3/\text{ч};$$

где k_3 - коэффициент непрерывной работы, учитывающий все виды простоев при работе комбайна и определяемый по формуле.

$$k_3 = \frac{A}{\frac{1}{k_2} + \frac{T_{н.к} + T_{н.о}}{T_p}};$$

где $A=0,8$ - коэффициент, учитывающий регламентированные перерывы в работе; $T_{н.о}$ - время простоев по организационно-техническим причинам на передвижку крепи, обмен вагонеток, монтаж колец обделки, $T_{н.о} = 60 \text{ мин}$.

Найдем эксплуатационную производительность по формулам

$$k_3 = \frac{0,8}{\frac{1}{0,88} + \frac{8,4 + 60}{7,3}} = 0,047;$$

$$Q_3 = 60 \cdot 0,047 \cdot 9,24 = 25,9 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Сменная производительность может быть рассчитана по формуле .

$$Q_{см} = (T_{см} - T_{н.з}) \cdot Q_3, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$T_{см}$ - время смены, $T_{см} = 8 \text{ ч}$; $T_{н.з}$ - регламентированное время подготовительно заключительных операций, обычно $T_{н.з} = 0,5 \text{ ч}$.

$$Q_{см} = (8 - 0,5) \cdot 25,9 = 194,4, \text{ м}^3/\text{смена} = 583,2 \text{ т/смена}$$

ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ. ТРЕНИРОВОЧНЫЕ ТЕСТЫ

Раздел 1

1. Какую роль выполняет устройство (поз. 6, рис. 1) при работе механизированной секции крепи?

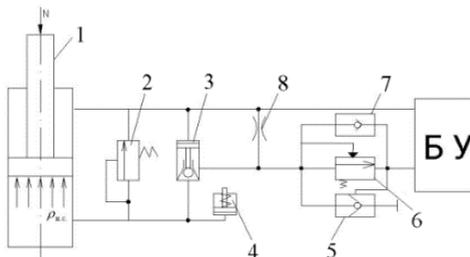


Рис. 1. Гидравлическая схема подключения гидростойки механизированной крепи

- А) Обеспечивает защиту от динамических нагрузок.
- Б) Обеспечивает остаточный “подпор” в кровлю при передвижке секции.
- С) Обеспечивает возможность передвижки секций крепи с разрывом контакта с кровлей.
- Д) Обеспечивает возможность принудительного распора секций после передвижки.

2. Какими элементами обеспечивается активный подпор секции при ее передвижке? Укажите позиции элементов на рис. 1.

- А) 3 и 4.
- Б) 4 и 6.
- С) 7 и 8.
- Д) 6 и 8.

3. Для расчета силовых параметров угледобывающих машин в качестве показателя крепости породы используют?

- А) R_k – контактная прочность.
- Б) A_p – сопротивляемость угля резанию.
- С) $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление сжатию.
- Д) f – коэффициент крепости породы по шкале проф. Протоdjeяконова.

4. Как называется крепь, у которой проекция оградительной части больше проекции поддерживающей?

- А) Оградительная.
- Б) Оградительно-поддерживающая.
- С) Поддерживающее-оградительная.
- Д) Поддерживающая.

5. Чем создается усилие начального распора ($N_{нр}$) гидростойки механизированной крепи (Рис. 2)?

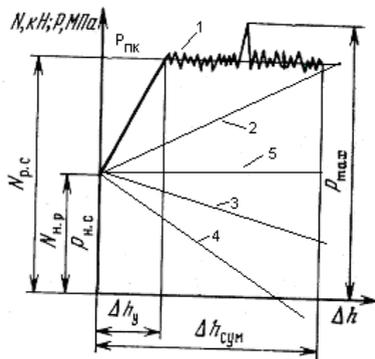


Рис. 2. Характеристики процессов в гидравлической стойке механизированной крепи

- А) Опусканием кровли очистного забоя.
- Б) Давлением в поршневой полости стойки при распоре ее в кровлю, создаваемый насосной станцией гидросистемы.
- С) Давлением пассивного подпора стойки при передвижке секции.
- Д) Давлением активного подпора в поршневой полости стоек, при передвижке секции.

6. Рекомендуемая ширина захвата струга равняется

- А) 0,5 м.
- Б) 0,8 м.
- С) 0,15 м.
- Д) 0,63 м.

7. Укажите передний угол резцов для резания углей и мягких пород.

- А) 5°
- Б) 20°
- С) 85°
- Д) 90°

8. Укажите, что означает параметр X, в формуле определения скорости подачи добычного комбайна:

$$V_n = \frac{P_{уст}}{60 \cdot X \cdot H_p \cdot B_3 \cdot \gamma}, \text{ м / мин}$$

- А) Скорость резания.
- Б) Энергоемкость выемки.
- С) Суммарная сила резания на шнеке.
- Д) Устойчивая мощность электродвигателя.

Раздел 2

1. Отношение сил резания к толщине стружки называется?

- А) P_k – контактная прочность.
- Б) A_p – Сопротивляемость угля резанию.
- С) $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление сжатию.
- Д) f – коэффициент крепости породы по шкале проф. Протодяконова.

2. Укажите пропущенный параметр (X) в формуле определения производительности проходческого комбайна (т/ч) с избирательным исполнительным органом:

$$\theta_{э.и.} = \frac{60 \cdot B_3 \cdot D_{cp} \cdot \gamma \cdot v_n}{\frac{1}{K_G} + \frac{T_{BO} + T_{OP}}{L_{ц.и.}}} \cdot X$$

- А) Длина выработки, пройденная до замены резцов на исполнительном органе, м.;
- Б) Скорость передвижения комбайна в выработке, м/мин.;
- С) Коэффициент технически возможной непрерывности работы машины;
- Д) Скорость поперечного перемещения исполнительного органа комбайна по забою, м/с;

3. Как называется исполнительный орган, в котором погрузка совмещена с отделением полезного ископаемого от забоя?

- А) Ковш.
- Б) Шнек.
- С) Бар.
- Д) Коронка.

4. Укажите пропущенный параметр, входящий в формулу для определения потребляемой комбайном мощности при резании пород:

$$P_p = \frac{\sum_{i=1}^{N_u} F_{ij} \times \dots}{1000 \cdot \eta_p}, \text{ кВт} :$$

- А) Усилие подачи.
 Б) Суммарная сила резания на шнеке.
 С) Крутящий момент на шнеке.
 Д) Скорость резания.
5. Для проходческих комбайнов избирательного действия наиболее часто используются исполнительные органы в виде:
- А) Ковш.
 Б) Шнек.
 С) Бар.
 Д) Коронка.
6. Что обозначает цифра в маркировке вольфрамокобальтового сплава, которым армируют буровые коронки например: ВК-4М?
- А) Процентное содержание кобальта.
 Б) Процентное содержание вольфрама.
 С) Мелкозернистый состав карбидов вольфрама.
 Д) Крупнозернистый состав карбидов вольфрама.
7. Укажите параметр(-ы) повышение которого(-ых) ведет к росту скорости бурения бурильной головки.
- А) f – коэффициент крепости породы по шкале проф. Протоdjяконова.
 Б) $A_{уд}$ – удельная энергия удара.
 С) $n_{уд}$ – частота ударов.
 Д) 2 и 3.

8. Бурильная головка с податчиком на манипуляторе называется

- А) Установка буровая шахтная (УБШ).
- Б) Манипулятор.
- С) Бурильная машина.
- Д) Буровой агрегат.

Раздел 3

1. Укажите угол заострения коронки для крепких пород

- А) 20°
- Б) 85°
- С) 90°
- Д) 110°

2. Какое соотношение ударной мощности и мощности на вращение характерно для пневматических переносных перфораторов (ПП)?

- А) $P_{уд} > P_{вр}$.
- Б) $P_{уд} < P_{вр}$.
- С) $P_{уд} = 100\%$.
- Д) $P_{уд} > 90\%$; $P_{вр} < 10\%$.

3. В формуле определения производительности бурильных установок параметр X обозначает:

$$Q = \frac{T_{см} - T_{пз}}{1} \cdot \frac{1}{v_M \cdot K_\Gamma \cdot K_o \cdot m} + X$$

- А) $\frac{T_{ВСП}}{L}$;

Б) $\frac{T_{\text{ВСП}}}{t_{\text{ц}}}$;

С) $\frac{T_{\text{ВСП}}}{v_{\text{м}}}$;

Д) $\frac{t_{\text{ц}}}{L}$;

4. Какое движение осуществляет поршень в положении, указанном на рис. 4?

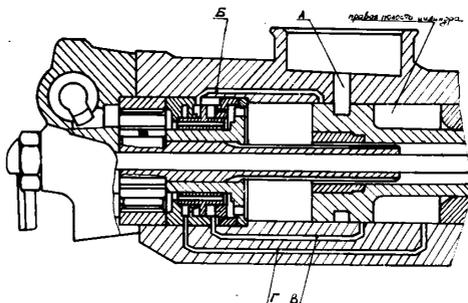


Рис. 4.

- А) Поршень находится в нейтральном положении (остановка поршня после удара);
- Б) Рабочая полость цилиндра соединена с атмосферой, продолжается рабочий ход поршня;
- С) Полость холостого хода соединена с атмосферой, продолжается обратный ход;
- Д) Рабочий ход поршня.

5. Укажите пропущенный параметр (X) в формуле определения средней скорости бурения скважин ударно-вращательным способом:

$$V = \frac{V_H(1 - e^{X \cdot L})}{X \cdot L}$$

- А) Контактная прочность разрушаемой породы;
- Б) Угол наклона буримой скважины к горизонту;
- С) Коэффициент крепости буримой породы по шкале проф. М.М. Протодяконова;
- Д) Декремент затухания силового импульса в буровом ставе.

6. При расчете скорости бурения используется следующий(-е) параметр(-ы) бурильной головы:

- А) f – коэффициент крепости породы по шкале проф. Протодяконова.
- Б) $A_{уд}$ – удельная энергия удара.
- С) $n_{уд}$ – частота ударов.
- Д) 2 и 3.

7. Какой показатель используют в качестве крепости породы для расчета скорости бурения в погружных пневмоударниках?

- А) 1. P_k – контактная прочность.
- Б) A_p – сопротивляемость угля резанию.
- С) $\sigma_{сж}$ – временное сопротивление сжатию.
- Д) f – коэффициент крепости породы по шкале проф. Протодяконова.

8. Какое преимущество процесса бурения погружным пневмоударником по сравнению с выносными пневматическими бурильными головками?

- А) Удобство обслуживания при бурении;
- Б) Большая производительность при бурении скважин;
- С) Большая производительность при бурении шпуров;
- Д) Отсутствие потерь энергии удара в ставе штанг.

Правильные ответы на тренировочные тесты текущего контроля

Раздел	Номера вопросов / Номера правильных ответов								
1	Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ответ	C	D	B	B	B	C	A	B
2	Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ответ	B	D	B	D	D	A	D	D
3	Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
	Ответ	D	D	A	D	D	D	D	D

Библиографический список:

1. *Подэрни Р.Ю.* Механическое оборудование карьеров. Учеб. Пособие. 5-е изд. М, МГГУ, 2013.
2. *Кантович Л.И., Мерзляков В.Г.* Горные машины и оборудование для подземных горных работ: Учебное пособие. Москва: Изд – во МГГУ, 2014.
3. *Габов В.В., Лыков Ю.В., Кузькин А.Ю.* Горные машины и оборудование. Конструкции горных машин для подземных работ: Учеб. пособие. СПб.: РИЦ СПГГИ, 2010.-118с.
4. *Кривенко А.Е.* Основы проектирования горных машин и оборудования: Учеб. пособие. - М.: МГГУ, 2006.-105с.
5. *Остановский А.А.* Основы эксплуатации горно-шахтного оборудования: Учеб. пособие; - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007.-142с.
6. *Махно Д.Е., Страбыкин Н.Н. и др.* Эксплуатация горных машин и оборудования: Учеб. пособие. – Иркутск: ИРГТУ. – 2001. – 551с.
7. *Остановский А.А.* Технологическое обслуживание и ремонт горно-шахтного оборудования: Учеб. пособие; - Новочеркасск: ЮРГТУ, 2007.-144с.
8. *Габов В.В., Лыков Ю.В., и др.* Методические указания к лабораторным работам: очистные комбайны, проходческие комбайны, очистные комплексы: Изд. РИЦ СПГГИ, 2006, ...2011г.
9. *Юнгмейстер Д.А.* Формирование комплексов горных машин на основе морфологического анализа. СПГГИ. СПб, 2002, 142 с.
10. *Юнгмейстер Д.А., Габов В.В., Задков Д.А., и др.* Методические указания к расчетно-графическому заданию: выбор технически обоснованной производительности очистного механизированного комплекса / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб,2006. 47 с.
11. *Юнгмейстер Д.А.* / Машины и оборудование подземных рудников. Часть 1: Учебно-методический комплекс. / Политехника-сервис. СПб, 2015. 110 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИН.....	3
Общие сведения.....	13
Классификация горных машин по способу отделения от массива.....	13
Классификация горных машин по условиям работы.....	13
Этапы развития угледобывающей техники.....	14
Физико-механические свойства пород.....	14
Производительность добычных комплексов.....	15
Определение технически обоснованной.....	17
производительности комбайна.....	17
Подготовка исходных данных для построения энергетической характеристики комбайна.....	21
Факторы ограничения скорости подачи комбайна.....	26
Ограничение по условию транспортирования.....	27
отбитой горной массы.....	27
Ограничение по условию крепления.....	27
Ограничение по условию проветривания.....	28
Ограничение по условию вылета резцов.....	29
Ограничение по условию рациональной отработки ресурса.....	29
Выбор технически обоснованной производительности ОМК.....	31
ПРОХОДЧЕСКИЕ КОМБАЙНЫ.....	34
Классификация проходческих комбайнов.....	34
БУРОВАЯ ТЕХНИКА.....	35
Определение технически обоснованной производительности.....	37
буровых машин.....	37
Производительность переносных перфораторов.....	38
ЭКСКАВАТОРЫ.....	42
Классификация и анализ одноковшовых экскаваторов.....	43
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1.....	45
Конструкции ОМК (Комплекс КМ-138).....	45
Общие сведения.....	45

Состав и технология работы комплекса	48
Забойный конвейер.....	51
Механизированная крепь	52
Секция крепи лавная М138.....	52
Секция крепи сопряжения	55
Узел соединения секции с конвейером.....	57
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2	60
Конструкции добычного комбайна.....	60
Устройство и технология работы комбайна.....	63
Компоновка комбайна.....	63
Энергоблок.....	66
Расчетно-графическая работа	79
Определение технически-обоснованной производительности Омк	79
Пример выбора ОМК	80
Подготовка исходных данных для расчета на ПК и построение паспорта режима работы комбайна.....	84
Анализ паспорта режима работы комбайна	86
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	88
ПРИМЕР КУРСОВОЙ РАБОТЫ	89
Обоснование эксплуатационных параметров комбайна для проведения выработок в условиях шахты «Ангидрит».....	89
Библиографический список:.....	115

**ГОРНЫЕ МАШИНЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ**

**МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

*Учебно-методический комплекс
для студентов специальности 21.05.04*

Составитель *Д.А. Юнгмейстер*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
машиностроения

Ответственный за выпуск *Д.А. Юнгмейстер*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 01.02.2017. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 6,8. Усл.кр.-отт. 6,8. Уч.-изд.л. 6,0. Тираж 75 экз. Заказ 71. С 12.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2