

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГЛАВНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

«ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

ТАШКЕНТ -2019

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО
ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ
КАДРОВ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

«ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ»

**Разработали: ст.преп. Т.Ж. Аннакулов
ст.преп. Б.Н. Баратов**

ТАШКЕНТ -2019

Данный учебно-методический комплекс разработан на основании учебного плана и программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 1023 от «2» ноября 2019 года.

Разработали: Т.Ж.Аннакулов – ст.преп. кафедры «Горная электромеханика» ТГТУ

Б.Н.Баратов- ст.преп. кафедры «Горная электромеханика» ТГТУ

Рецензент: У.Насиров- ТГТУ профессор, д.т.н.

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к использованию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № 1 от 24 сентября 2019 года).

СОДЕРЖАНИЕ

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА.....	5
II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ.....	10
III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	144
VI. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	72
V. БАНК КЕЙСОВ.....	90
VI. ГЛОССАРИЙ.....	10000
VII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	11818

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Введения

Программа составлена на основе указа ПФ-4732 от 12 июня 2015 года Президентом Республики Узбекистан «О мерах улучшения системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших учебных заведений», цель которой является улучшение, переподготовка и суть процесса повышения квалификации на основе современных требований, а так же поставленная задача регулярно повышать профессиональную компетентность педагогических кадров высших учебных заведений.

Теоретические и практические материалы рабочей программы по модулю “Горные машины и комплексы” разработаны на основе международного опыта в соответствии с требованиями указа Президента Республики Узбекистан от 12 июня 2015 года № УП 4732 «О мерах по дальнейшему совершенствованию системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших образовательных учреждений»

Цель и задачи учебного модуля

Цель и задача модуля “Горные машины и комплексы” - сформировать у слушателя навыки мышления об современных оборудованях горной промышленности, направленного на анализ функционирования последних достижений науки и техники, научно-производственными, научными и проектными организациями, предприятий горной промышленности в целях рационального управления производством.

Требования, предъявляемые к знаниям, умениям, навыкам и обладать компетенциями по модулю

В пределах задач модуля «Горные машины и комплексы» слушатель должен:

Знать:

- о сущности основных понятий и результатов, изучаемых в дисциплине;
- о роли и значений горных машин и комплексов в горном производстве;
- систему выбора, эксплуатации и ремонта современных горных машин и комплексов;
- виды и теория эксплуатации современных горных машин и комплексов;
- об условиях эксплуатации горных машин и комплексов;

уметь:

- расчет и проектирования горных машин для конкретных горно-геологических условий;
- выполнение практических расчетов и выбора горных машин для эксплуатации;
- проводить патентные исследования;
- составлять заявки на выдачу охранных документов на объекты промышленной собственности.

владеть навыками:

- технико-экономическая оценка основных параметров горных машин и комплексов при эксплуатации в различных условиях;
- сравнение эксплуатационных расходов горных машин при работе в конкретных условиях горной промышленности;
- навыками практического использования математического аппарата дисциплины для решения различных задач, возникающих в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

обладать компетенциями:

- технико-экономическая оценка основных параметров горных машин и комплексов при эксплуатации в различных условиях;
- сравнение эксплуатационных расходов горных машин при работе в конкретных условиях горной промышленности;
- навыками практического использования математического аппарата дисциплины для решения различных задач, возникающих в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности.

Рекомендации по проведению и организации учебного модуля

При проведении обучения запланировано использование современных методов, педагогических и информационно-коммуникативных технологий:

- лекции запланировано проводить в форме презентаций с использованием современных компьютерных технологий;
- практические занятия запланировано проводить с помощью интерактивных методов (кейс-стади, деловые игры, интервью и др.).

Связь модуля с другими дисциплинами учебного плана

Содержание модуля непосредственно связано с другими модулями учебного плана «Инновационные маркшейдерское обеспечения по горном деле», «Перспективный направления разработки месторождения полезных ископаемых» и «Перспективный направления обогащения полезных ископаемых». Служит для объединения учебного процесса и производства путем внедрения новой техники и технологий данной отрасли.

Роль модуля в системе высшего образования

Происходящие коренные изменения в системе образования, особенно научно-техническое развитие определяет роль модуля “Горные машины и комплексы” в системе высшего образования.

Организация эффективного и плодотворного образования путем создания новых инновационных технологий обучения дисциплин

направления модуля “Горные машины и комплексы” и их применения в системе образования помогает системно увеличить качество образования.

Распределение часов

№	Темы	Итого	Теоритические	Практические	Выездные занятия
1.	Современные подземные проходческие и добычные машины, их роль в горной промышленности	2	2		
2.	Анализ современного состояния рынка поставок карьерной техники в мире и их использование	6	2		4
3.	Расчет, анализ и обоснование основных параметров подземных проходческих и добычных машин	2		2	
4.	Определение основных показателей подземных погрузочных машин периодического действия типа ППН	2		2	
5.	Методы определения производительностей и основных параметров буровых машин	2		2	
	Итого:	14	4	6	4

Содержание теоретических занятий

1-тема: Современные подземные проходческие и добычные машины, их роль в горной промышленности

История развития проходки горных выработок, тенденция развития, преимущество и недостатки, основные рабочие органы и органы погрузки, конструкции и технические показатели основных органов. Современные проходческие машины, типы, область применения, технические показатели, основные узлы, и их показатели. Современные проходческие комплексы, оборудование комплексов, основные показатели, параметры взаимосвязанных показателей, тенденция развития проходческих комплексов. Добычные машины, типы, принцип действия,

рабочий орган, технические показатели, проблемы использования, расчет основных показателей.

2-тема: Анализ современного состояния рынка поставок карьерной техники в мире и их использование.

История разработки механических оборудований для выемки породы из массива и погрузки на транспортные оборудования. Тенденция развития механических выемочно-погрузочных машин. Типы современных экскаваторов, основные части, принцип работы, технические показатели, область применения и основные эксплуатационные показатели. Типы гидравлических экскаваторов, производство и область применения. Драглайны в горных предприятиях, основные части, принцип действия и технические показатели.

Содержание практических занятий

1-практическая занятия: Расчет, анализ и обоснование основных параметров подземных проходческих и добычных машин

Методика расчета теоретической, технической и эксплуатационной производительности проходческих и добычных машин подземных разработок месторождений. Анализ горно-геологических и горно-технических условий на эксплуатационные показатели машин.

2-практическая занятия: Определение основных показателей подземных

погрузочных машин периодического действия типа ППН

Изучение методы определение основных показателей подземных погрузочных машин периодического действия типа ППН.

3-практическая занятия: Методы определения производительностей и основных параметров буровых машин

Методика расчета основных показателей: скорость бурения, нагрузка буровой инструмент, число оборотов, частота удара, мощность вращателя, расход воздуха.

Формы обучения

Форма обучения отражает такие внешние стороны учебного процесса, как способ его существования: порядок и режим; способ организации обучения: лекция, семинар, самостоятельная работа и пр; способ организации совместной деятельности обучающего и обучающихся: фронтальная, коллективная, групповая, индивидуальная.

При обучения важным является выбор формы организации учебной деятельности участников:

- Коллективная – коллективное, совместное выполнение общего учебного задания всеми студентами. Характер полученного результата: итог коллективного творчества.
- Групповая – совместное выполнение единого задания в малых группах. Характер полученного результата: итог группового сотрудничества на основе вклада каждого.
- Индивидуальная – индивидуальное выполнение учебного задания. Характер полученного результата: итог индивидуального творчества. Обычно предшествует групповой работе.

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

III.

Метод "Мозговой штурм"

Мозговой штурм (брейнсторминг - мозговая атака) – метод коллективной генерации идеи решения научной или практической задачи.

Во время мозгового штурма участники стремятся совместно решить сложную проблему: высказывают свое мнение по решению задачи (генерируют), отбирают наиболее соответствующие, эффективные и оптимальные идеи без критики остальных вариантов, обсуждают отобранные идеи и развивают их, а также оцениваются возможности их обоснования или опровержения.

Основная цель мозговых атак – активизация учебной деятельности, самостоятельное изучение проблемы и развитие мотивации его решения,

культура общения, формирование коммуникативных навыков, избавление от инерции мышления и преодоление привычного хода мышления при решении творческой задачи.

- **Прямой коллективный мозговой шторм** – обеспечивает сбор максимального числа мнений настолько это возможно. Вся группа исследования (не более 20 человек) занимается решением одной проблемы.

- **Массовый мозговой шторм** – дает возможность резко повысить эффективность генерации идей в большой аудитории, разделенной на микрогруппы.

- В каждой группе решается один из аспектов проблемы.

Применения метода на занятия

1. Классификация основных горных машин для подземных работ по технологическому признаку.
2. Какие функциональные горные машины применяют для добычи угля подземным способом.
3. Механические способы разрушения горных пород.
4. Основными показатели процесса разрушения горной породы рабочим инструментом.
5. Самая эффективная форма срезов.
6. Как устанавливается радиальный резец на рабочем органе.
7. Как устанавливается тангенциальный резец на рабочем органе.
8. Место установки радиальных резцов.

Таблица SWOT-анализа

SWOT – наименование происходит от начальных букв следующих английских слов:

Strengths– сильные стороны, предполагает наличие внутренних ресурсов;

Weakness– слабые стороны или наличие внутренних проблем;

Opportunities– возможности; наличие возможностей для развития предприятия;

Threats– угрозы, угрозы от внешней среды.

Как правило, успешность SWOT-анализа зависит не от предприятия, а зависит от учета результата при разработке стратегических целей и проектов в будущем. При его использовании его элементы могут быть интерпретированы следующим образом:

Применения метода на занятия

Проходческие машины

S	Сильные стороны машин	Быстрая, эффективная, качественная работа
W	Слабые стороны машин	Невозможна работать с крепкими породами
O	Опции пользования проходческих машин	Можно выполнять несколько работ одновременно
T	Барьеры (внешние)	Для пользования этими устройствами нужно иметь специальные навыки.

Метод «Концептуальная таблица»



Применения метода на занятия

Учащихся подразделяют на маленькие группы и дают задание. Заполнить таблицу.

Критерии сравнения	Осевой рабочий орган	Радиальный рабочий орган
Гладкость почвы		
Стабильность комбайна		
Эффективность погрузки		
Пределы эксплуатации		

Общее сравнение осевого и поперечного рабочего органа

Критерии сравнения	Осевой рабочий орган	Радиальный рабочий орган
Гладкость почвы	Благоприятный	Неблагоприятный
Стабильность комбайна	Неблагоприятный	Благоприятный
Эффективность погрузки	Неблагоприятный	Благоприятный
Пределы эксплуатации	Мягкие неабразивные породы (до 60-80 МПа)	Умерено абразивные, мягкие породы и породы средней крепости (до 100-120 МПа)

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1-тема: Современные подземные проходческие и добычные машины, их роль в горной промышленности

План:

1. История развития проходческих работ
2. Типы и область применения современных проходческих машин
3. Оборудование, эксплуатация и основные показатели современных проходческих комплексов
4. Типы и принцип действия подземных добычных машин

Ключевые слова: проходка, история развития, тенденция развития, основной рабочий орган, погрузочный орган, конструкция, технические показатели, машина, область применения, технические показатели, основной орган, проходческий комплекс, оборудование, подземные добычные машины, эксплуатация.

1.1 История развития проходческих работ

Общие сведения

Проходческие машины были началом развития механических проходок угля в конце 1940-ых в Европе. Проходческие машины - машины частичного забоя, копающие только часть забоя сразу, и определенное число режущих инструментов находятся в контакте с забоем. Основные преимущества проходческих машин по другим подземным машинам раскопок - своя подвижность, гибкость, и селективная добывающая способность. Эти преимущества, в дополнение к общим преимуществам механических проходок, снабжают их для того, чтобы использоваться широко и иметь очень важное и уникальное положение в подземном добыче и туннельных операций, хотя они также используются в поверхностных операциях.

Типичные проходческие машины избирательного действия представляются в рисунке 1.1., оборудованный режущими инструментами и прикрепленный к стреле, который подвижен в любом направлении, копает забой. Грунт (порода) падает в перед, собирается и загружается в скребковый конвейер, расположенный в центре погрузочного органа с непрерывным нагружающим механизмом породы, таким как нагребные лапы, звездообразное колесо, роторное колесо и скребок. Цепной конвейер несет нагруженный материал через корпус проходческой машины к концевому конвейеру. От концевого конвейера материал транспортируется, на грузовые вагоны, ленточные конвейеры или шахтные автомобили.¹

¹ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 124-125.

Преимущества, прикладные области и области применения проходческих машин

Руда/минерал и отходы могут быть разделены в таких типах машинах, так как они - машины выборочного действия. Эта свойства машины даёт преимущества к уменьшению количества доли горной породы в полезном ископаемом и уменьшает стоимость добычи. Отдельные проходки твердых и мягких пород в смешанном забое могут уменьшить скорость проходки. Так как проходческий забой доступен и режущие инструменты могут быть осмотрены и изменены легко.

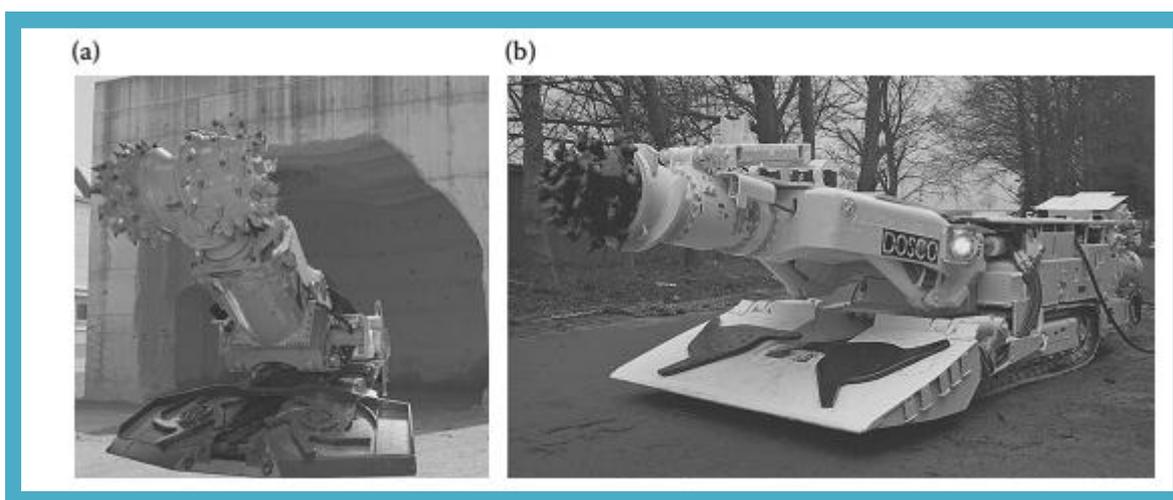


Рисунок 1.1. Радиальные и осевые типы проходческих машин избирательного действия. Машины с (а) радиальными органами избирательного действия и (b) осевыми органами избирательного действия.

Легко переместить проходческие машины от одного забоя к другому, который часто необходим, так как они обычно - установленный гусеничном ходу, и их вес ниже по сравнению с другими подземными машинами. Монтаж или демонтаж таких машин могут быть завершены за несколько дней. Так как они более маленькие и собираются на поверхностях по сравнению с другими подземными машинами, они требуют относительно более низкого начального капитала и эксплуатационных затрат.

Проходческие машины- приспособляемые машины; они могут быть приспособлены к любым формам проходки, таким как трапецеидальная, прямоугольная, круговая и любой другой форме. Эта особенность особенно важна при добычи полезных ископаемых для плоских месторождений. Они приспособляются к разным поворотам забоя и могут сделать резкие повороты целых 90° . Они могут работать благополучно в проходках с падением до 15° ; если используются

выдвижные опоры, возможность проходки с восстанием до 20-25°.²

Проходческие комбайны прежде всего ограничиваются с силой сжатия массивных камней до 100-120 МПа, в зависимости от мощности рабочего органа и веса проходческого комбайна и некоторых структурных характеристик горного массива. Если горный массив чрезвычайно "присоединён расслойками", то они могут копать камни с силой сжатия до 160 МПа (рисунок 1.2). Эти величины сжатия выбираются тщательно изучив забой, так как они не единственный параметр для того, чтобы определить крепость.

Сток воды не должен быть ни большими или низкими для эффективного использования комбайна. Однако, известно, что у воды могли бы быть отрицательные воздействия на рабочие характеристики, копая вязкие глинистые формирования. Залипание глины на рабочие органы могло бы вызвать ограничение в раскопках и требует зачистку рабочего органа (рисунок 1.3).

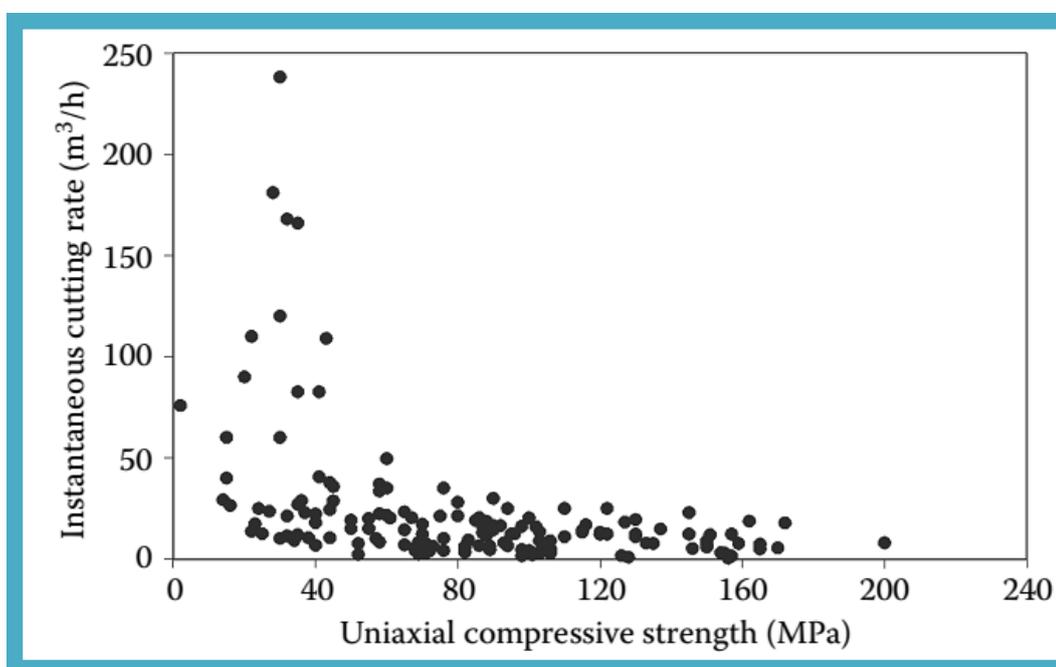


Рисунок 1.2. Связь между силой сжатия рабочего органа с производительностью для проходческих комбайнов

Проходческие машины избирательного действия не могут работать с твердыми и абразивными камнями. Они могут использоваться в местах с малыми абразивными породами. Свойственные характеристики режущих органов проходческих машин ограничены, они только используются в местах с сопротивлением на которые рассчитаны режущие инструменты. Это известный факт, если расход режущего

² Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 126-127.

инструмента превышает 0.50 резцов/ m^3 , поломки режущего инструмента увеличивается быстро, увеличивается сила действующие режущие инструменты. Это понижает прибыль и может увеличить себестоимость полезного ископаемого. Во многих случаях используется иной тип механизированной проходки (рисунок 1.4). Если расходы режущего инструмента между $0,2$ и $0,5$ резцов/ m^3 , проектная стоимость важна. Если расход режущего инструмента ниже чем 0.20 резцов/ m^3 , тогда не имеется никакой серьезной проблемы в проходке.

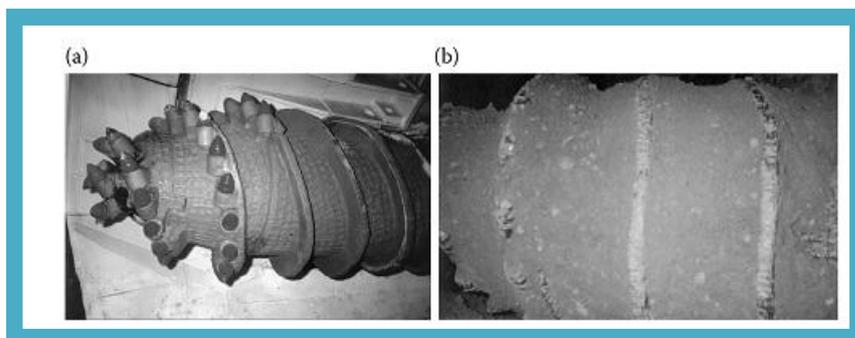


Рисунок 1.3. Чистый рабочий орган проходческой машины (a) и после застревающей глины (b).

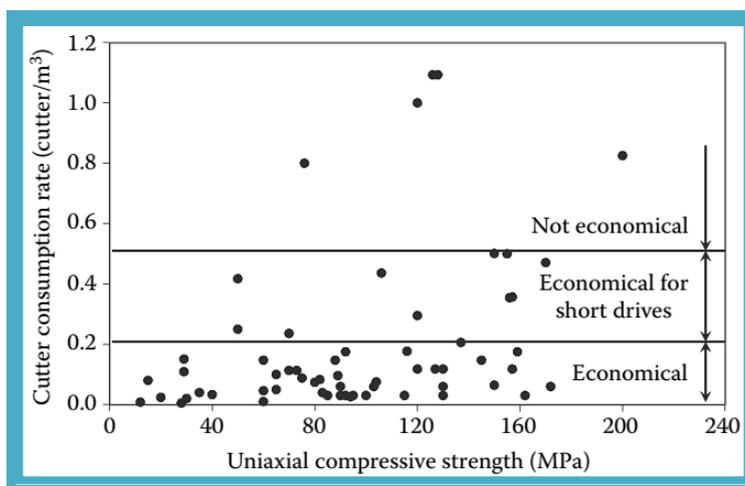


Рисунок 1.4. Связь между силой сжатия рабочего органа с расходом резцов для проходческих комбайнов.

Проходческие машины обычно используются в подземной добыче полезных ископаемых для операций по производству и разработке, особенно в углевых месторождениях. Они также используются для того, чтобы добыть металлические руды и другие индустриальные полезные ископаемые.

Основные части и механическая структура проходческих комбайнов

Основные части проходческих комбайнов это корпус машины и ходовое оборудование (обычно гусеничный ход), телескопическая стрела и рабочий орган, погрузочный стол и погрузочное оборудование и скребковый конвейер, электродвигатели, гидросистема, каюта оператора и дополнительное оборудование, такие как струи воды для подавления пыли и целей охлаждения режущего инструмента и взрывобезопасное оборудование.

Есть вообще три типа ходовых органов, используемых с проходческими комбайнами: на гусеничном ходу, пневматическом ходу и с гидравлическими домкратами. Проходческие комбайны с гусеничным ходовым оборудованием - наиболее распространенные. Пневматические ходовые оборудования предпочитается для использования с приложениями Нового австрийского Туннельного Метода (NATM). С гидравлическими домкратами продвигаются толчком гидравлических цилиндров; они используются только с сегментальными типовыми выравниванием основаниями, так как они получают свой толчок от оснований забоя. Ходовое оборудование с гидравлическими домкратами используются для проходки мягких, слабых, влажных, или глыбистых формирований (неустойчивые камни), чтобы понизить обвал и падение (рисунок 1.5). Если это требуется, увеличение механического воздействия на забой, тогда предусматривается стабильность проходческой машины.³

Стрела проходческих машин может двигаться в любом направлении (в лево, право, вниз и по диагональ) вместе с присоединённым рабочим органом, оборудованный режущими инструментами. Двигатели рабочего органа, обычно с электрическим приводом, располагаются в на стреле. Стрела обычно передвигается гидравлическим способом. Стрела для крепких пород должна быть короче чем для мягкой пород, чтобы понизить колебания машины.

³ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 128-129.

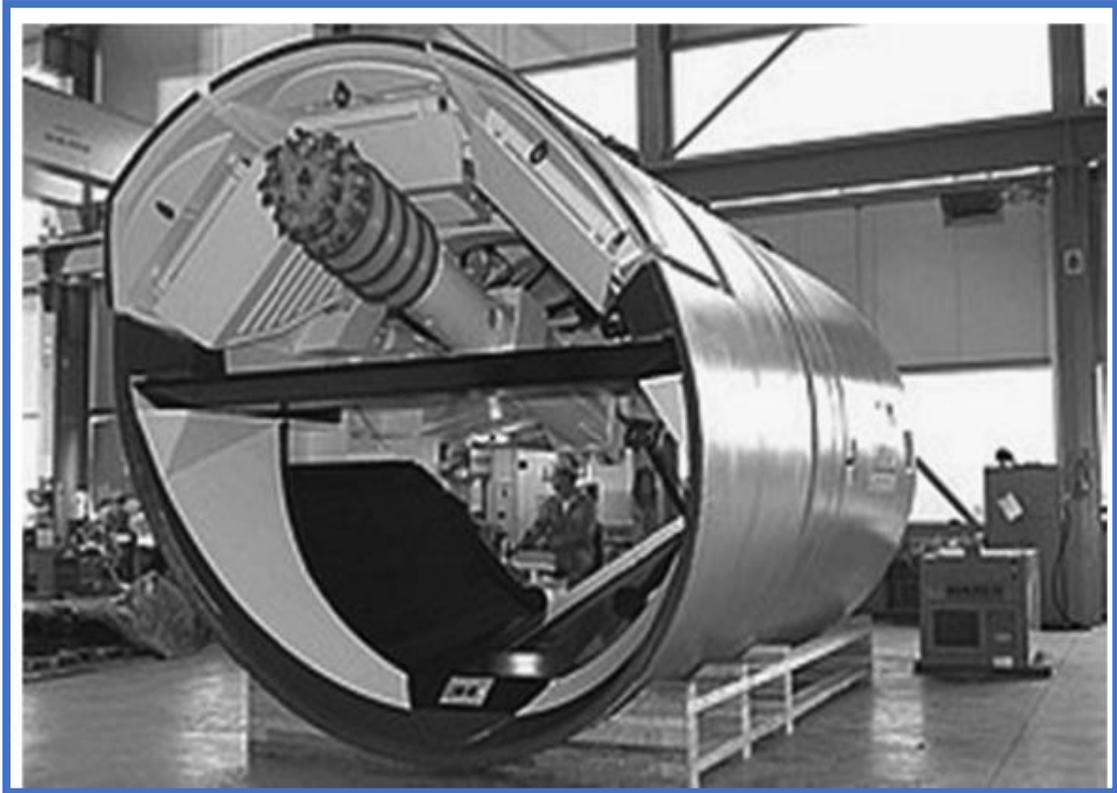


Рисунок 1.5. Шитовой проходческий комбайн (Сандвик)

У проходческих комбайнов обычно одна стрела, хотя есть комбайны с двойной стрелой (рисунок 1.6), которые используются для раскопок мягких камней/полезных ископаемых (таких как уголь, соль, поташ, трона, и т.д.) с высокими производительностями до 400-500 тонна/час. Вращение каждого рабочего органа в двойной стреле в противоположные направления, чтобы уравновесить силы, действующие на корпус машины.



Рисунок 1.6. проходческая машина с двойной стрелой.

Есть различные типы одно стреловой проходческой машины:

твёрдая (нерастяжимая) стрела, телескопическая (растяжимая) стрела, сочлененная стрела, наклонная стрела, стрела приклонённый с звездочкой (огражденная), и взаимозаменяемая (универсальная) стрела.

Преимущество использования комбайнов со стрелой телескопического типа (рисунок 1.7) чем по нерастяжимой стрелой состоит в том, что позволяет комбайну при проходке выравнивать стену проходки/туннеля, расширяя бум и не продвигая целую машину. Это понижает время хода (движения) машины, так же как увеличивает время использования машины на производительность.

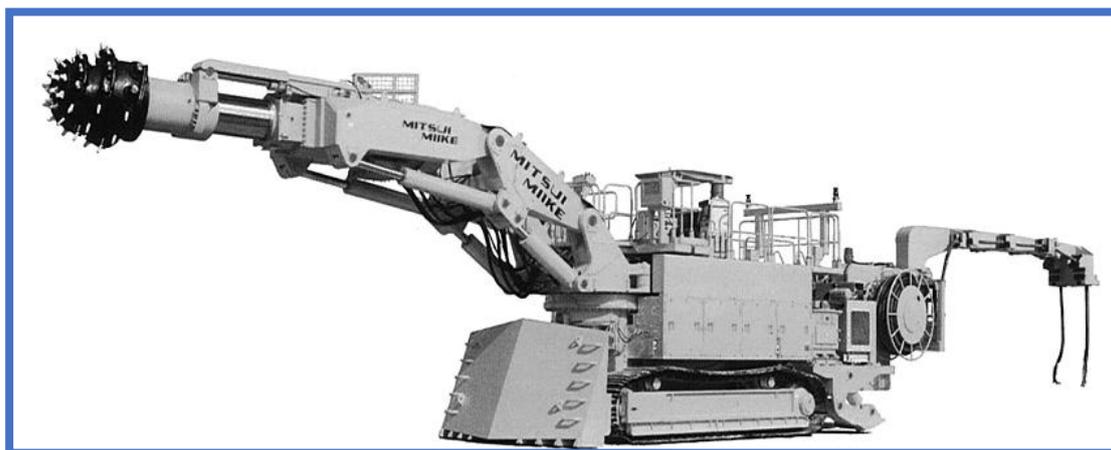


Рисунок 1.7. Телескопическая и сочлененная стрела проходческой машины.

Сочлененная стрела (рисунок 1.7) используется с Ново Австрийским туннельным методом в больших поперечных сечениях. Длинное расположение стрелы позволяет копать сначала верхние а затем более низкие части проходки в одном положении, что приводит к экономии время проходки. Они имеют преимущества обрабатывать проходки ниже уровня стоянии комбайна. Так как более длинная стрела генерирует больше импульса на машине, которая воздействует на стабильность машины, сочлененная стрела может использоваться только для раскопок мягкой породы.

Наклон стрелы (рисунок 1.8) используется с длинной осью эллипса рабочего органа проходческого комбайна, для того чтобы избежать изменение вида и параметров сечения, лучший способ искривление наклона стрелу, который даёт способность производить проходку с максимально не изменённой формой сечения.



Рисунок 1.8. Наклон стрелы проходческого комбайна.

В щитовой проходческой машине стрела присоединен к жесткому лучу, который присоединен к щиту машины (рисунок 1.5).

Взаимозаменяемая или универсальная стрела (рисунок 1.9) может быть присоединена к любому шасси комбайна. Они являются соответствующими, чтобы использовать попеременно прикреплением с различными рабочими органами к проходческой машины. Такие как рыхлитель (отбойной молоток), обратная лопата и/или буровой инструмент. Взаимозаменяемая стрела снабжена большими значениями гибкости что преимущественна для переменных геологических условиях.

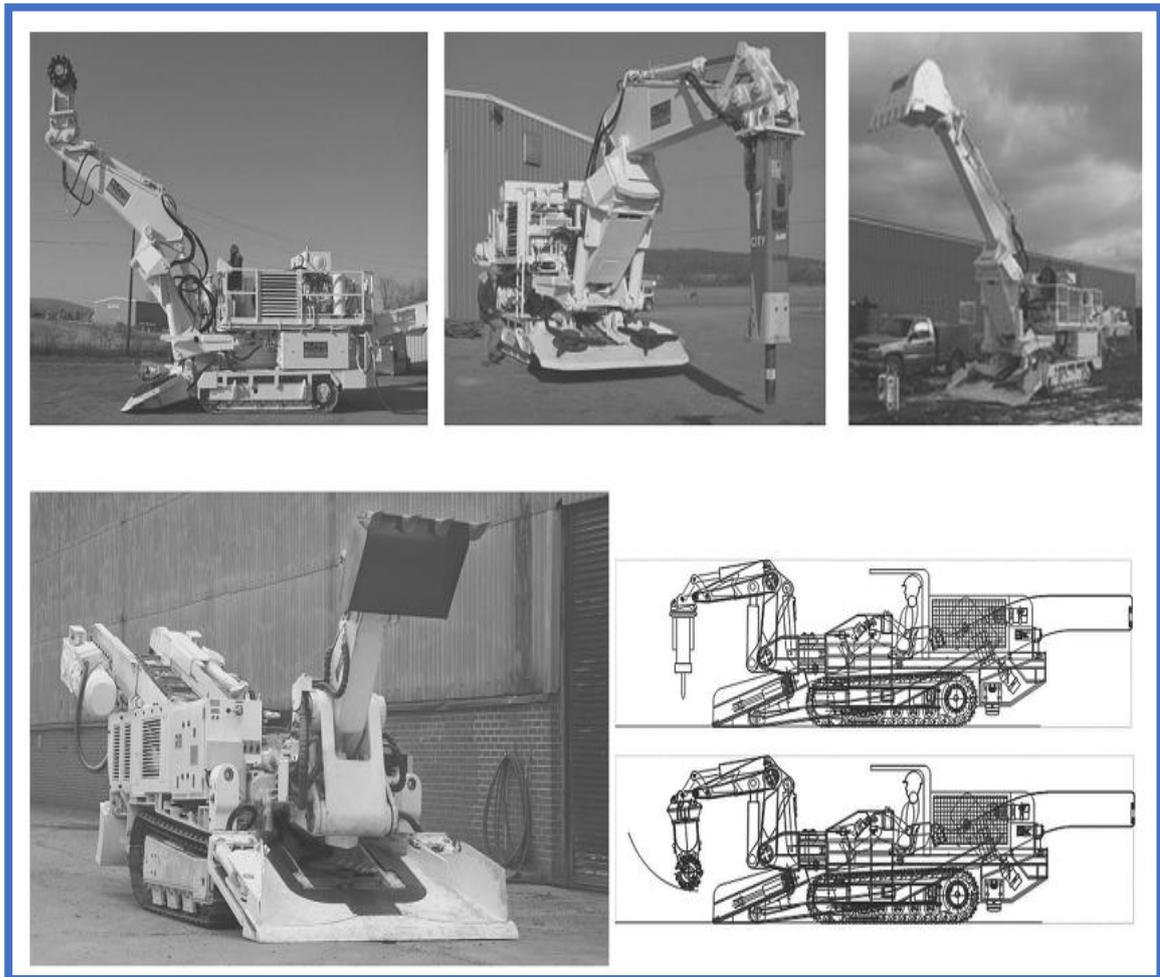


Рисунок 1.9. Взаимозаменяемая стрела проходческого комбайна.

Для очистки породы снабжается столом загрузки. Порода, падающая на стол загрузки, собирается механическим оборудованием или ковшами и складывается к скребковому конвейеру, расположенному в центре стола для загрузки. Общие типы погрузочного оборудования для различных пород представляются в рисунке 1.10. Нагрузка на погрузочный стол проходческого комбайна может быть произведена как растяжимое обеспечение большей подвижности, гибкости, и пониженного уровня от утечки породы. Порода передают с помощью скребкового конвейера на последующее транспортное оборудование.

Рабочие характеристики проходческих комбайнов очень чувствительны к работе оператора. В них автоматизирование системы управления, такие как лазерное управление выравнивания, компьютеризированное проходка и дистанционное управление кровлей. Автоматизация снабжает уменьшению ошибок оператора и увеличивает эффективность работы.

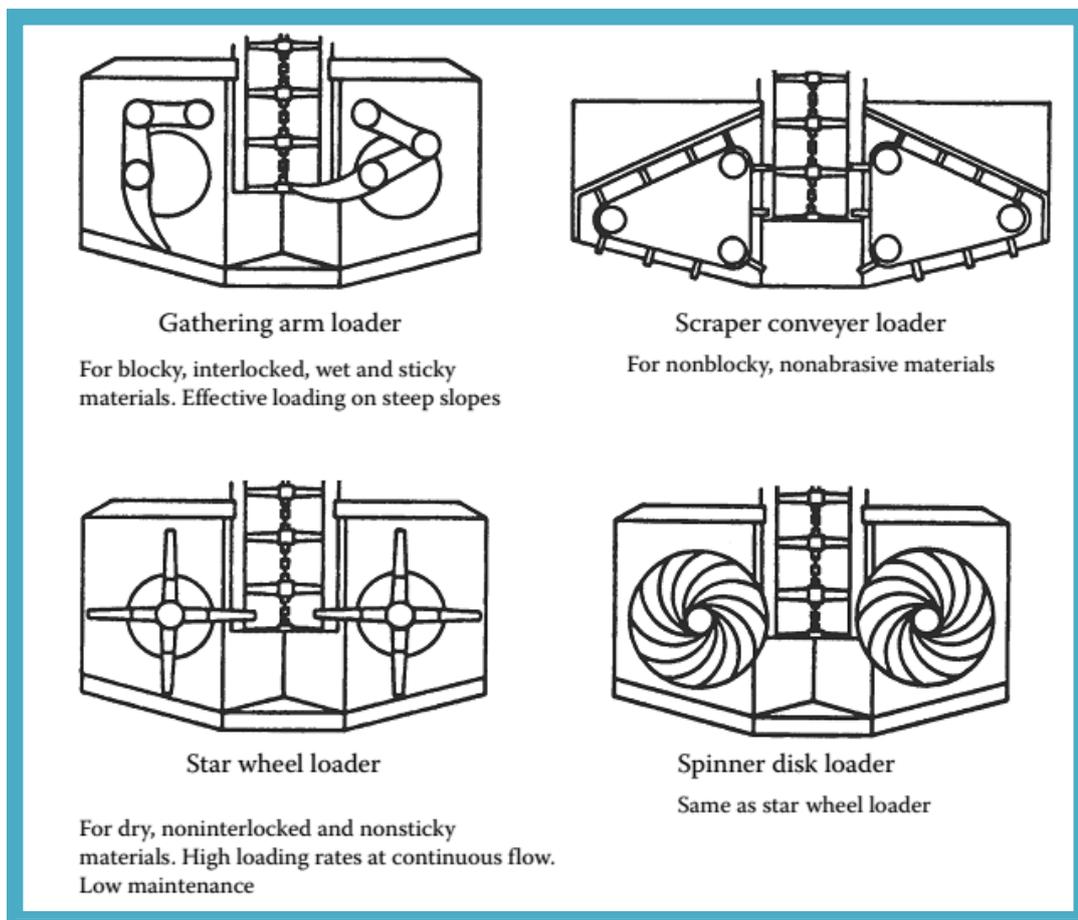


Рисунок 1.10. Общие типы погрузочного оборудования для различного типа горных пород.

Рабочие органы, вес и технические показатели проходческих комбайнов

Проходческие комбайны может быть классифицируются на две группы по типу рабочих органов: осевой и радиальные. Формы рабочих органов являются цилиндрическими и коническими с носовым отсеком как полусферический или плоский. Общее сравнение осевого и радиального рабочего органа приведен в таблице 7.1.

Осевой рабочий орган состоит из одного барабана и его оси вращения - параллель к оси стрелы и перпендикулярный к забою. Направления резание стрелы перпендикулярно к оси вращения рабочего органа. Осевой рабочий орган проходческих комбайнов может копать неабразивные массивные камни, имеют нагрузку на забой до 60-80 МПа. Если условия благоприятны (то есть, раздробленный горный массив), они могут копать породу с нагрузкой до 80-100 МПа.⁴

⁴ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 133-135.

Общее сравнение осевого и поперечного рабочего органа

Критерии сравнения	Осевой рабочий орган	Радиальный рабочий орган
Гладкость почвы	Благоприятный	Неблагоприятный
Стабильность комбайна	Неблагоприятный	Благоприятный
Эффективность погрузки	Неблагоприятный	Благоприятный
Пределы эксплуатации	Мягкие неабразивные породы (до 60-80 МПа)	Умеренно абразивные, мягкие породы и породы средней крепости (до 100-120 МПа)

Радиальные рабочие органы состоят из двух симметрических барабанов, вращающихся вдоль оси, которая перпендикулярна к оси стрелы и параллельно к забою. При благоприятных условиях, они могут копать породы с нагрузкой до 160-180 МПа.

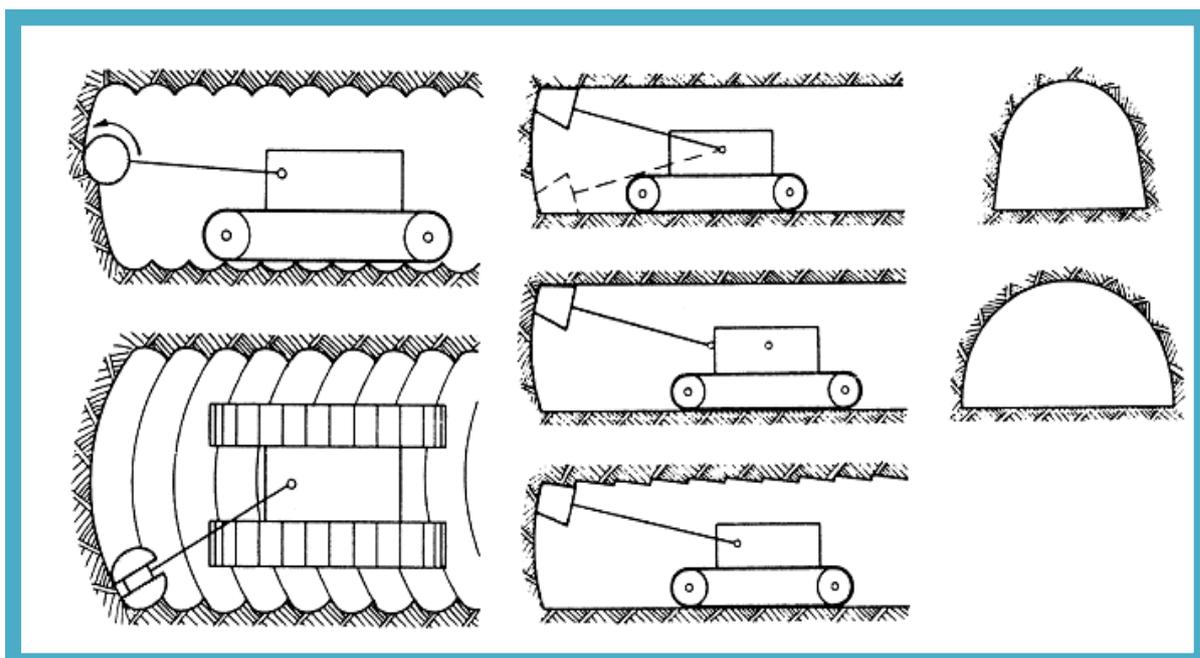


Рисунок 1.11. Проходка с помощью проходческих комбайнов с радиальным (левое) и осевым (правое) рабочим органом.

Гладкость проходки воздействует на расходы и на техподдержку. Проходка гладким способом требует меньше расхода чем при ступенчатой. Радиальный рабочий орган генерирует неравный (ступенчатый) профиль (рисунок 1.11). Однако, эта задача может быть преодолена при использовании стрелы телескопического типа или продвигая машину вперед и назад последовательно. Осевой рабочий

орган может позволить гладкое профилирование, с правильным выбором рабочего органа и угла наклона конусной части, удобный для геометрических параметров проходки (рисунок 1.11). Это снижает расходы на техподдержку.

Мощности проходческих комбайнов начинаются приблизительно с 30 - 40 кВт достигли до 400 кВт, соответственно предусматривая увеличение сечения и производительности. Вес комбайнов начиная с 8-10 тонн достиг до 135 тонн, соответственно предусматривается стабильность и уменьшение вибрации при больших массах. Наиболее важными факторами, воздействующими на отбор веса проходческих комбайнов и мощности режущего органа для подземных работ, является размер проходки и свойства породы. Более тяжелые машины требуют больших размеров, однако, как можно при подземных проходках предпочитают маленькие размеры для уменьшения затрат. Более тяжелая машина означает меньше вибрации и большую нагрузку на забой, снабжающими более высокие производительностями. Однако, более тяжелые машины теряют свою скорость подвижность.

Таблица 1.2.

Основные показатели проходческих машин

Тип проходческого оборудования	Масса комбайна, тонна	Мощность двигателя, кВт	Стандартные (расширенные) размеры сечения проходки, м ²	Максимальные (стандартные) значения нагрузки на забой, МПа
Легкие	8-40	50-170	~ 25 (~40)	60-80 (20-40)
Средние	40-70	160-230	~30 (~60)	80-100 (40-60)
Тяжелые	70-110	250-300	~40 (~70)	100-120 (50-70)
Экстра тяжелые	>110	350-400	~45 (~80)	120-140 (80-100)

Электродвигатель, установленные на стреле, используется в большинстве проходческих комбайнах для вращения рабочего органа. Вращающий момент электродвигателя до 400 кВт передается на коническое зубчатое колесо редуктора. Коническое зубчатое колесо очень дорого по сравнению с гидравлическими передачами и очень чувствительно к ударам. Электродвигатели обычно снабжают вращение с двойной скорости. Более низкая скорость составляет приблизительно 25-35 оборотов в минуту, и более высокая скорость составляет приблизительно 50-70 оборотов в минуту, в зависимости от условий породы. Более высокие величины оборота в минуту используются в средних крепких породах и более низкие величины оборота в минуту используются в условиях крепких пород. С гидравлическим приводом двигателя можно изменить частоту вращения в многоступенчатое, которые означают, что угловая скорость может быть устроена по желанию. Они не чувствительны к ударам и более дешевы по сравнению с электродвигателями, хотя эффективность передачи меньше чем механической передачи.

1.2 Щитовые проходческие комбайны

Классификация, принцип действия и эксплуатационные показатели

Проходка в условиях с крепкими породами непрерывно увеличилось начиная с 1950-ых годов, и достигая нескольких десятков метров ежедневных проходок. Однако, успех механизированной проходки основан на непрерывном усовершенствований механических комбайнов, которые изменялись несколько раз в течение многих лет. Новаторские работы, приводящие к строительству современного щитового проходческого комбайна, включают в себя основу сделанную бельгийским инженером Джозефом Мосом в 1846 для Mount Cenis Tunnel, Чарльзом Уилсоном в 1851 сделан комбайн с использованием дисковых резцов, и был запатентован Уилсоном в 1847. Этот щитовые проходческий комбайн был разработан Veimound для Chanel Tunnel, который построил фирма Wittaker в котором достиг ежедневных проходку 2.7 метров в день, в проходке более нижним горизонтам при проходке по мелу около Фолкстона. Такой прорыв щитовых комбайнов был разработан Джеймсом С. Роббинсом в 1950, достигая ежедневных проходках до 30 метров в известняке в Humber Sewer Tunnel.⁵

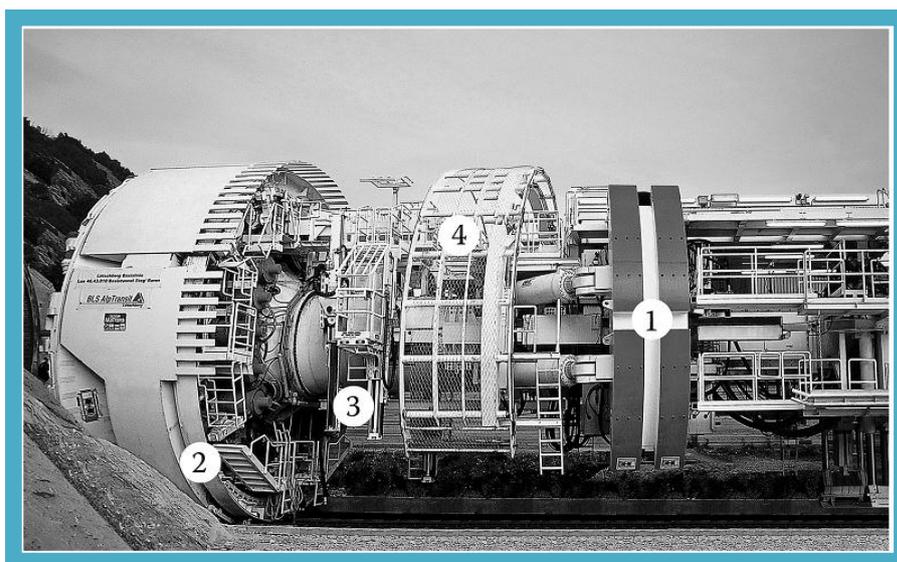


Рисунок 2.1. Общее вид открыто-типового щитового проходческого органа.

Щитовые проходческие комбайны могут быть классифицированы как открытый тип, одним щитом и двойным щитом, со вставляющим щитом открытых и закрытых режимов в некоторых особых случаях.

⁵ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 169-170.



Рисунок 2.2. Вид забоя при проходке дисковыми резцами.

Открытый тип щитового проходческого комбайна

Щитового проходческого комбайна открытого типа часто называют захватным устройством или главным пучковым щитовых комбайнов и являются главным образом соответствующими для компетентной породы или геологических формирований, имеющих небольшое количество геологических неоднородностей. Общее вид щитового проходческого комбайна открытого типа дается в рисунке 2.1, в котором рабочий орган (4) изоборудуется дисками, передающие нагрузку на забой с помощью гидравлическими цилиндрами (2). Передача давления на забой через дисковые резцы, которые создают разрывы в породе, заставляя при давлении на забой извлекать породу. Типичные представления углубки с помощью открытых дисковыми резцами показаны в рисунке 2.2. Система укрепления (1) боковых стен проходки быстро запирается на месте, тогда как цилиндры толчка простираются об нижнюю часть, позволяя движение щитовому комбайну. После завершения проходки забоя, рабочий орган останавливается и машина продвигается вперед, при стабилизации щитового комбайна с дополнительными системами поддержки. Извлеченная порода собирается посредством открытым (ковши) рабочим органом и передается на конвейерную ленту со специальными лотками, расположенными в центре рабочего органа. Ленточный конвейер переносит породу вдоль комбайна к последовательному конвейеру между комбайном и резервной областью. В конце хода тыловые ноги машины понижаются, цилиндры втягиваются, захватные устройства двигают комбайн, который позволяет повторно переместить агрегат захватного устройства для следующего цикла. Захватные устройства расширяются, тыловые ноги поднимаются, и

процесс проходки начинается.⁶

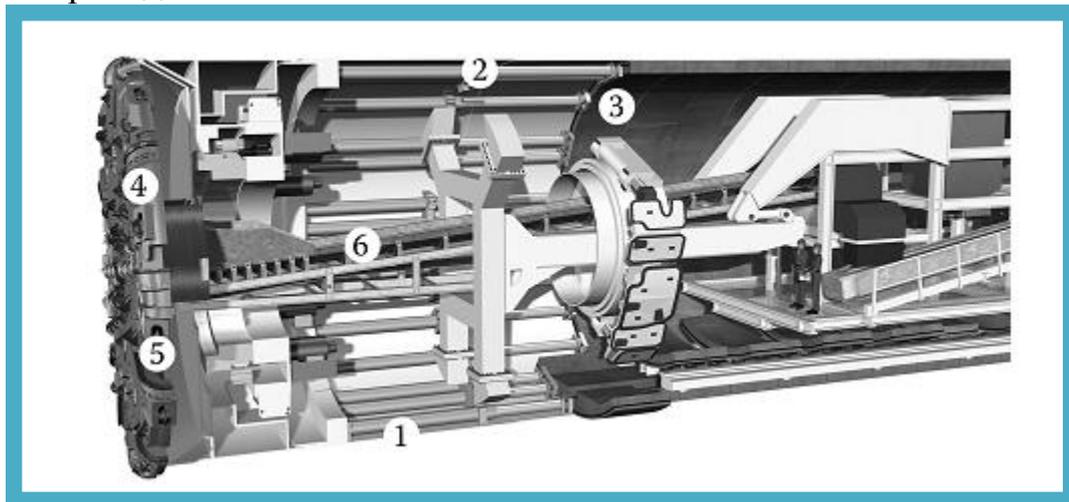


Рисунок 2.3. Общее вид однощитового проходческого комбайна.

Туннельные рабочие характеристики открытого типа щитовых комбайнов по существу зависят от времени требуемого для установки опорные системы через кольцевых установщиков (4), устройства установки секция бетонных крепей (3), ячейки для бетонных крепей, стальной арки или любого другого типа крепления.

Однощитный проходческий комбайн

Однощитный проходческий комбайн используются в крепких породах, где имеется геологические неоднородности. Как замечено в рисунке 9.3, проходческий комбайн оборудуется щитом (1), чтобы предохранить персонал и машину от падения пород во время выравнивания и сегменты могут быть благополучно установлены. Комбайн опережается гидравлическим цилиндром для толчка (2) подталкивание рабочего органа (4) к забою. Передача высокого толчка проталкивает дисковые резцы с вращением, создает разрывы в забое, заставляя породы разрываться с забоем. Только выравнивание сегмента может использоваться с однощитным проходческим комбайном как основание проходки. Щит поддерживается гидравлическими цилиндрами для толчка (2) установленном (3) на последнем кольце сегменте. Корпус машины ограждается щитом, который незначительно более мал чем диаметр проходок. Режущая головка (4) оснащена дисковыми резцами свободного качения. Режущие ковши для породы (5), которые помещаются в некоторое расстояние позади дисков, загружает на конвейер раздробленные породы.

⁶ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, page 170.

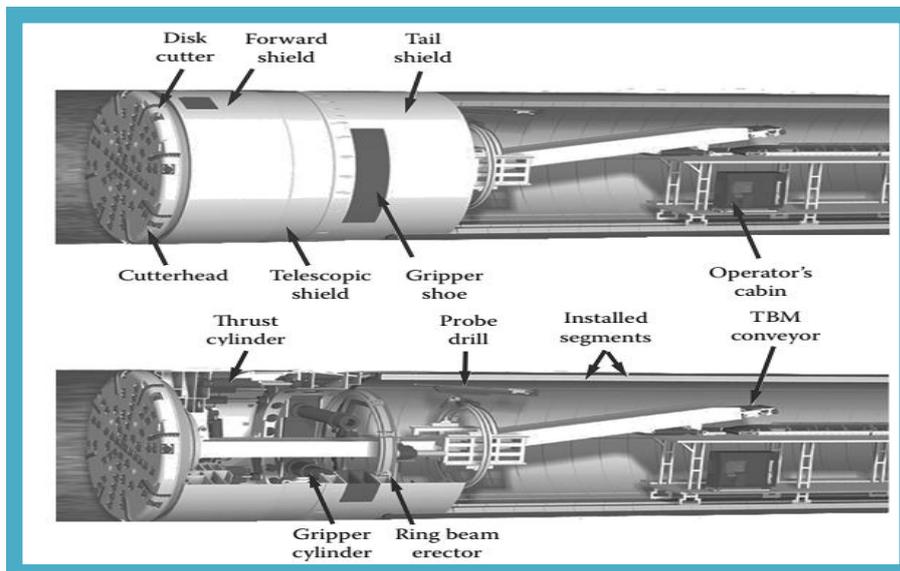


Рисунок 2.4. Общее вид двух щитного проходческого комбайна.

Двухщитный проходческий комбайн

Этот тип машины используется для длинных проходок с поврежденными геологическими зонами, в условиях крепких пород.⁷

Рабочие органы вращаются в двойных щитовых проходческих комбайнах, состоит из щита для захвата и щита для передвижки (рисунок 9.4). В нормальном режиме работы для передвижки делается толчок, расширяются гидроцилиндры. Вращение рабочих органов дает преимущество для быстрой проходки.

Технические характеристики щитовых проходческих комбайнов

При изучении, было определено что 263 проходческих комбайнов щитового типа было произведено после 1985 и диаметр проходки достиг больше чем 4 м. Есть зависимости между диаметрами и другими характеристиками различных типов проходческих машин которые приведены в следующих данных.

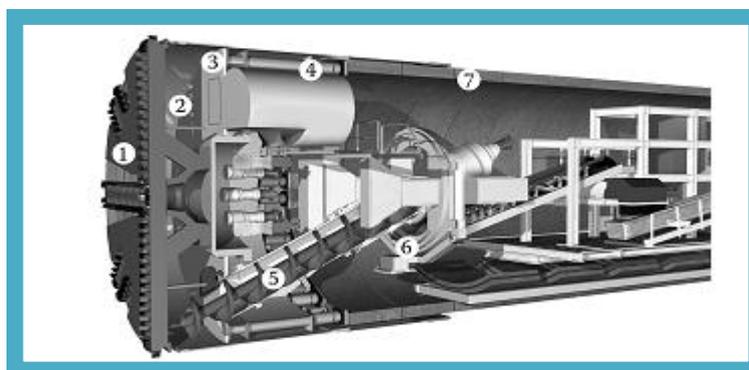


Рисунок 2.5. Общее мнение EPB TBM. (С любезностью Herrenknecht.)

⁷ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, page 171.

Рисунки 2.6 и 2.9 дают зависимость между диаметром, установленной силой толчка, и величинами вращающего момента рабочих органов для открыто типа щитовых проходческих комбайнов для различной прочности на сжатие породу. Пунктир для статистически выведенной зависимости, и сплошные линии для теоретически выведенных зависимостей.

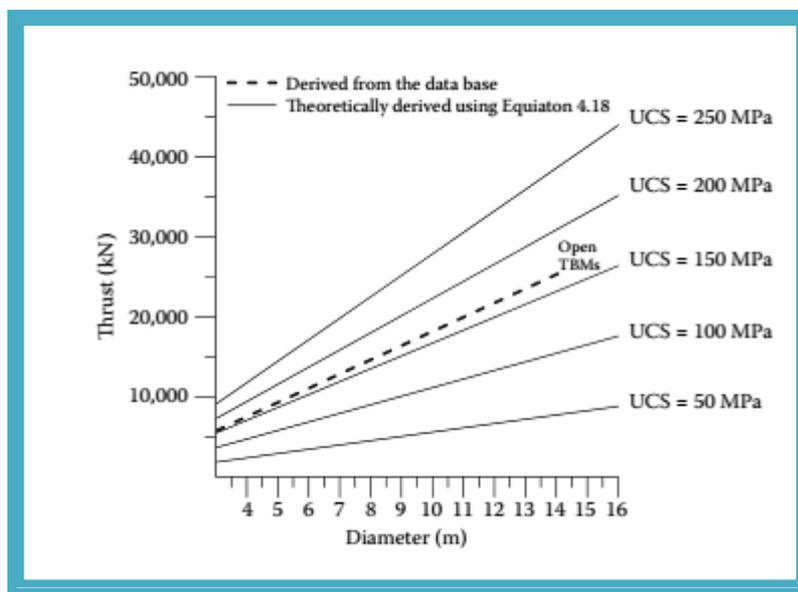


Рисунок 2.6. Зависимость между диаметром и толчком для открытого типа щитовых проходческих комбайнов для различной прочности на сжатие камня.

Зависимости между диаметрами, установленным толчком, и величинами вращающего момента для однощитного и двухщитного проходческого комбайна даются в рисунках 2.7 и 2.10 с возможностью вычислить величины силы толчка в уплотняющем состоянии грунта.⁸

⁸ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, pages 174-175.

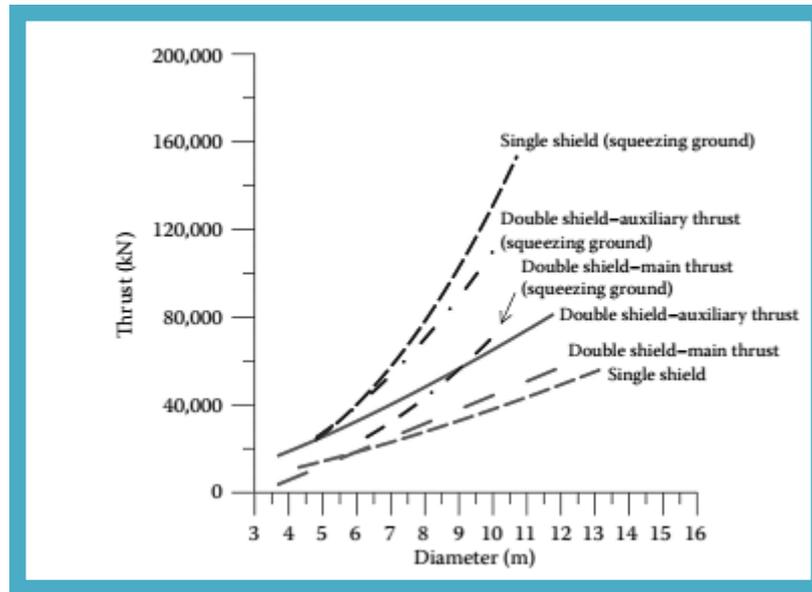


Рисунок 2.7. Зависимость между диаметром и толчком для однощитового и двухщитового проходческого комбайна.

Щитовой проходческий комбайн открытых и закрытых режимов балансировки давления на почву используется в комплексных геологиях для проходки метро и гидроканалов. Такие типы проходческих машин возможно использовать в открытом режиме в компетентных горных породах и в закрытом режиме в трещиноватых и слабых зонах в пределах того же самого туннельного маршрута. Рисунки 9.8 и 9.11 дают зависимость между диаметрами щитовых проходческих комбайнов, толкают, и затягивают величины для машины, вставляющей режим балансировку давления на почву. Пунктирные жирные линии для статистически выведенных уравнений, и другие линии для теоретически вычисленных методов для различного земного давления и коэффициента трения между щитом.

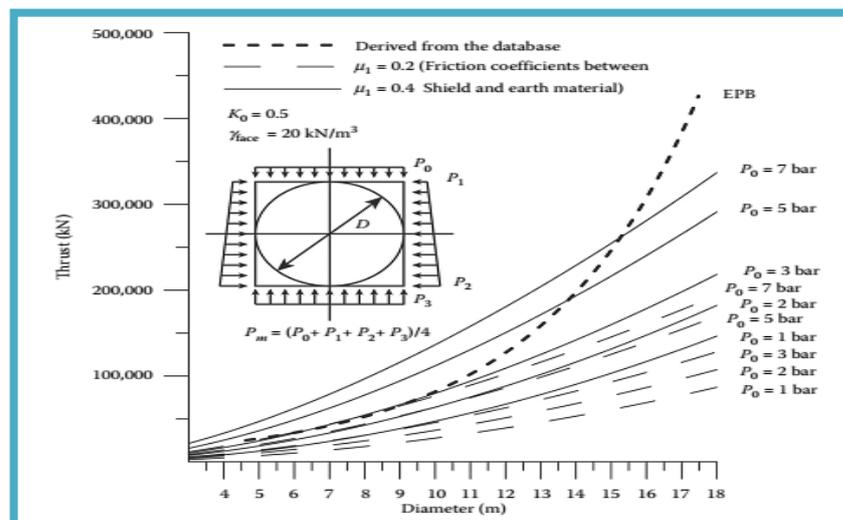


Рисунок 2.8. Зависимость между диаметром щитового проходческого комбайна и толчком для балансировки давления на почву.

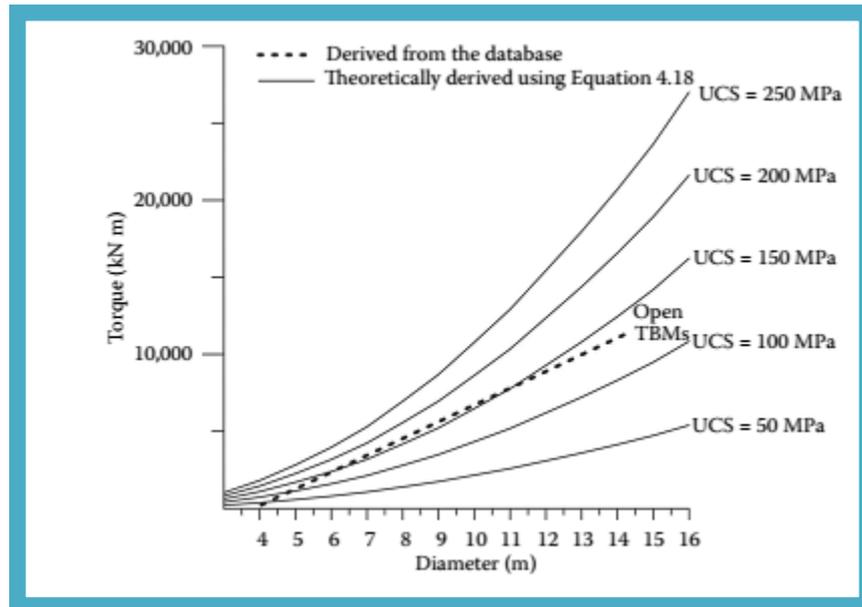


Рисунок 2.9. Зависимость между диаметром щитового проходческого комбайна и вращающим моментом открытого типа.

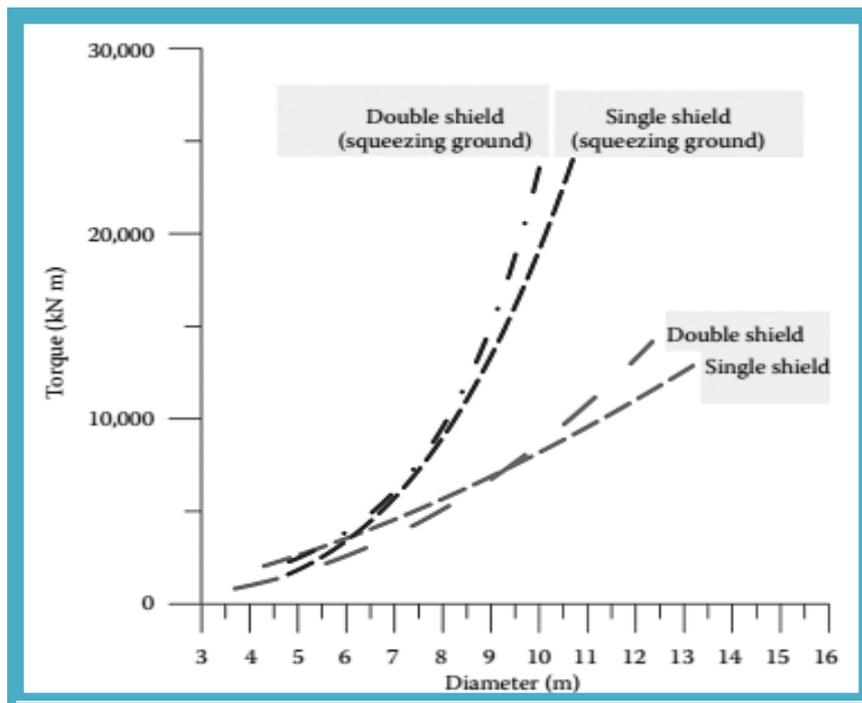


Рисунок 2.10. Зависимость между диаметром проходческого комбайна и вращающим моментом для однощитового и двухщитового комбайна.

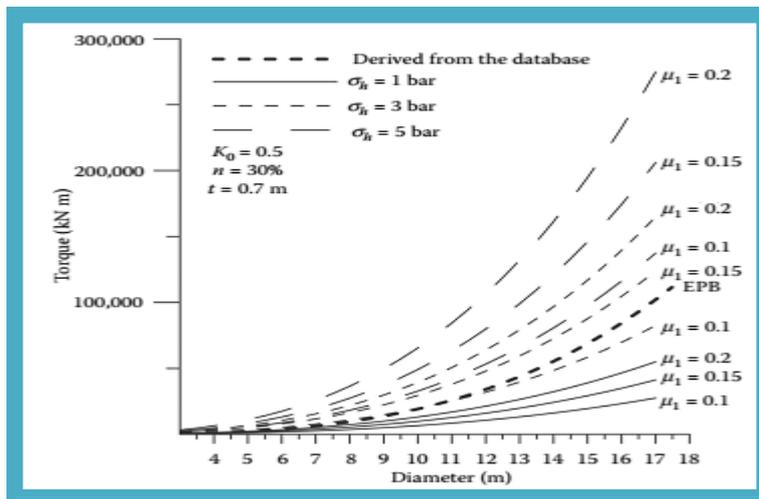


Рисунок 2.11. Зависимость между диаметром щитовых проходческих комбайнов и вращающим моментом для открытого типа с балансировкой давления на почву.

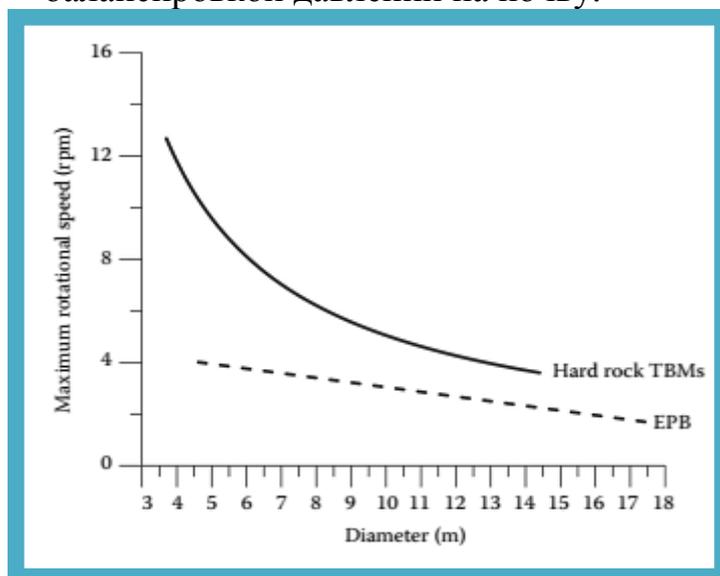


Рисунок 2.12. Зависимость между диаметром щитовых проходческих комбайнов и угловой скоростью для всех типов комбайнов

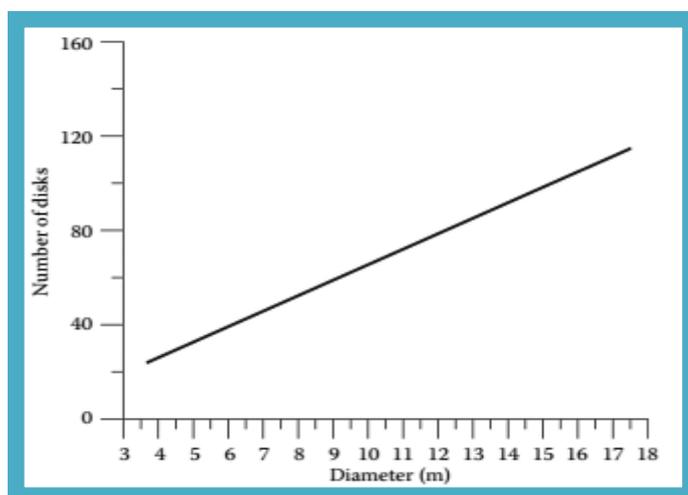


Рисунок 2.13. Зависимость между диаметром щитовых проходческих комбайнов и числом дисков на рабочих органах.

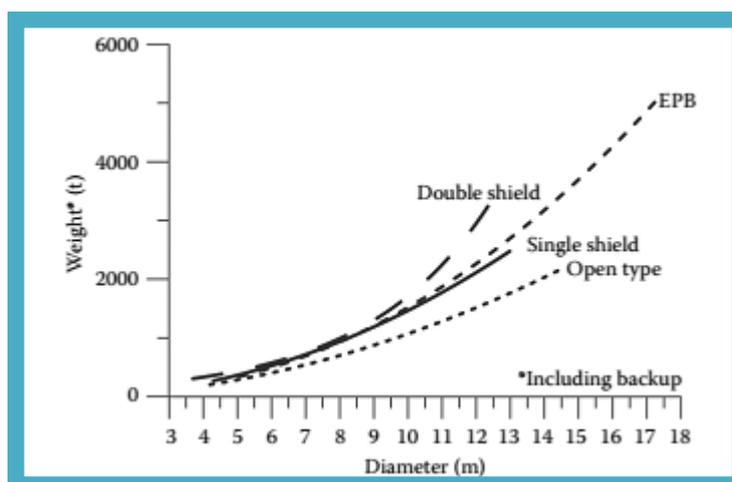
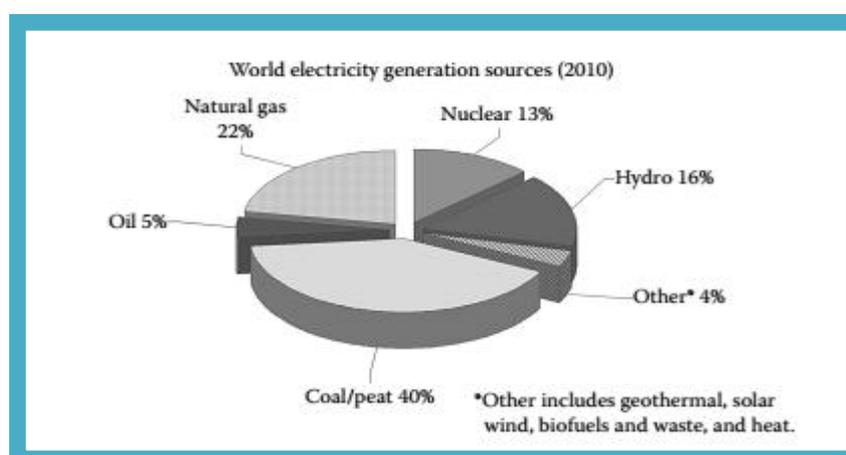


Рисунок 2.14. Зависимость между диаметром щитовых проходческих комбайнов и весом для различных типов комбайнов.

1.3 Механическое оборудование добычи угля Общие сведения

Уголь играет важную роль в производстве электроэнергии. Как замечено из рисунка 14.1, 40 % электричества в мире прибывают из угля. Это может продолжиться для десятилетий (Международное энергетическое агентство 2012). На текущих производственных уровнях доказанные угольные резервы могут длиться до 150-200 лет и более.

Почти 64% мирового антрацита и производства битуминозного угля в 2005 была добыта подземным способом, добывающего с различными величинами производительности, из них доля производства приходится 35% в Соединенных Штатах, 16% в Австралии, 14% в Южной Африке, 2.6% в России, 1.5% в Китае, 1% в Украине и 0.07% в Индии. Увеличивающаяся тенденция в производительности с увеличением степенью механизации горной технологии.⁹



⁹ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, page 307.

Рисунок 3.1. Мировую генерацию электричества топливом в 2010.

Таблица 3.1.

Угольные резервы и производство в конце 2009 (106 тонн)

Страна	Антрацит и битумные углы	Под битуминозный и Лигнит	Общее	Доля от общего %	Производство	Доля от общего %
США	108,950	129,358	238,308	28,9	973,2	15,8
Россия	49,088	107,922	157,010	19,0	298,1	4,1
Китай	62,200	52,300	114,500	13,9	3050,0	45,6
Австралия	36,800	39,400	76,200	9,2	409,2	6,7
Индия	5400	4600	58,600	7,1	557,6	6,2
Украина	15,351	18,522	33,873	4,1	73,7	1,1
Казахстан	28,170	3130	31,300	3,8	101,5	1,3
Южная Африка	30,408	-	30,408	3,7	250,0	4,1
Другие	79,954	59,448	139,402	10,3	1227,3	15,1
Общее по миру	411,321	414,680	826,001	100	6940,6	100

Источник: Конференция мировой добычи угля, август, 2010.

Шнековые рабочие органы

Типичные шнековые органы приведены на рисунке 3.3, и некоторые технические особенности от различных фирм-изготовителей приведены в таблице 3.2.

Шнековые рабочие органы могут работать с маленькими пластами и крепких углях, имеющих толщину между 1.5 и 7.0 м. и уклонам до 20°. Шнековые органы могут легко приспосабливаться высоте и с изменчивой высотой. Установленная мощность до 2590 кВт. Удельная энергия располагается между 0.7 и 10 МДж/м³ соответственно твердости угля. Шнековые органы могут рубить уголь со скоростями до 40 м/минут и мощности пласта между 0.8 и 1.2 м. Объем копать угля регулируется, устанавливая заданную скорость перевозки шнековых органов. Время

использования машины изменяется между 40 % и 60 %.¹⁰

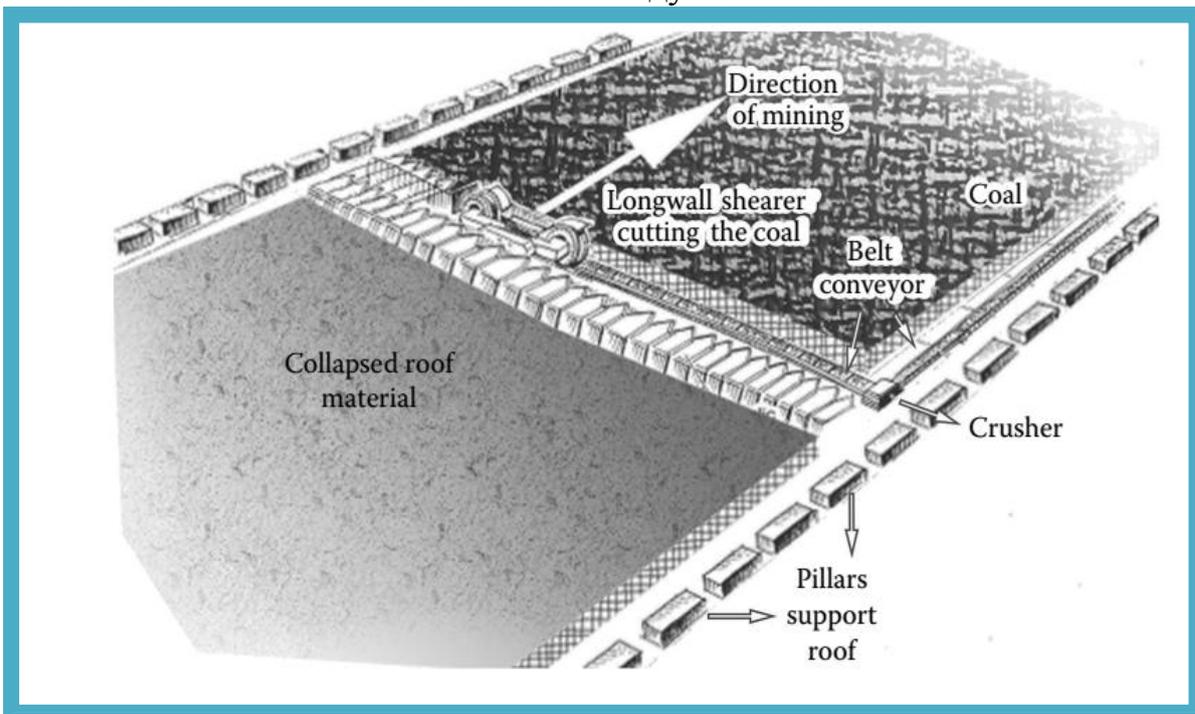


Рисунок 3.2. Вид в плане работ механизированного угольного сплошного забоя.

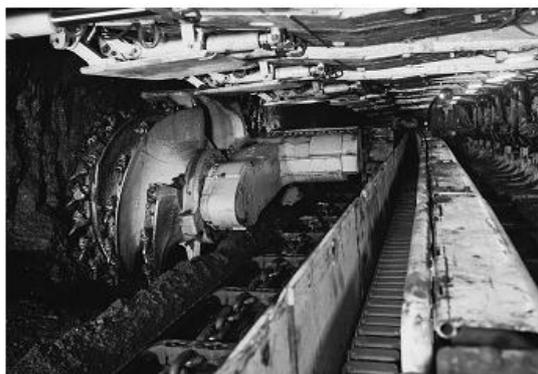


Рисунок 3.3. Общий вид шнекового рабочего органа в забое.

При работе двухсторонней схемы производительности таких комбайнов увеличивается чем работы в односторонней схемы.

Струговая установка

Струговая установка при перемещении в дол забоя с помощью резцов прорезают забой и надламываются уголь, и загружает уголь на забойный конвейер.

¹⁰ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, page 309.

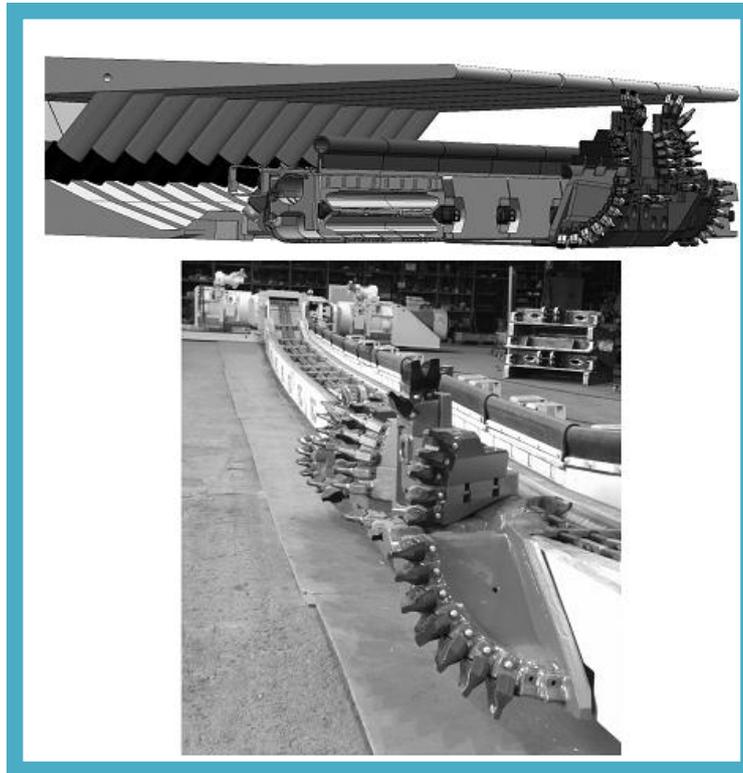


Рисунок 3.4. Общий вид струговой установки.

Струговые установки широко использовались в немецкой угольной промышленности между 1950-ыми и 1980-ыми годами. После применения таких комбайнов значительно уменьшилось использование комбайнов с шнековым рабочим органом. Струговые установки используются в мощностях пласта от 0.6 до 2.3 м., и они могут передвигается под наклоном до 45°. При использовании струга в пластах до 1 м используется основная часть, в более мощностях используется опорная плита для увеличения высоту обработки. Удельная энергия от 1 до 10 МЖ/м³, скорость движения достигает до 3 м/сек, глубина резания от 4 до 20 см. ¹¹

Контрольные вопросы:

1. Какие типы проходческих машин используется для проходки в месторождениях с крепкими породами?
2. Какие типы рабочих органов используется для добычи угольных месторождений?
3. В каких типах добычи используется струговые установки?

Используемые литературы:

1. Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014.

¹¹ Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. CRC Press, London, New York, 2014, page 311.

2-тема: Анализ современного состояния рынка поставок карьерной техники в мире и их использование

План:

1. История выемочно-погрузочных машин для добычи
2. Типы, технические показатели и область применения современных механических экскаваторов
3. Типы, технические показатели и применения драглайнов в горном помышлении
4. Анализ состояния международного рынка наиболее востребованного в мире оборудования для открытых работ, определения некоторых тенденций его дальнейшего развития

Ключевые слова:

Горная порода, массив, транспорт, оборудования, погрузка, выемочно-погрузочные работы, механические экскаваторы, технические показатели, драглайны.

2.1.История выемочно-погрузочных машин для добычи

Анализ современного состояния мирового рынка поставок выемочно-погрузочного карьерного оборудования (мехлопаты и драглайны)

Выемочно-погрузочное оборудование циклического действия.

К классу оборудования этой категории относятся, прежде всего: карьерные механические лопаты, колесные одноковшовые фронтальные погрузчики, гидравлические прямые и обратные лопаты, а также гусеничные экскаваторы – драглайны, имеющие сравнительно ограниченные параметры (вместимость ковша и длину стрелы), подчас и шагающие экскаваторы специального исполнения с устройством прицельной разгрузки ковша, позволяющим использовать их и для погрузки материалов непосредственно в транспортное средство – автосамосвал или полувагон, минуя приемный бункер, а также мощные шагающие драглайны.

По оценкам компании Caterpillar, сравнительное позиционирование вышеупомянутого оборудования по стоимости погрузки 1 т породы в автотранспортное средство соответствующей их потенциалу грузоподъемности (при номинальных условиях эксплуатации), выглядит следующим образом: электрическая механическая лопата 100% (0,05-0,07 у.е./т - при оптимальной высоте уступа, удовлетворительно взорванном материале, крепком основании подошвы уступа и при обязательном задалживании бульдозера для зачистки зоны забоя и погрузки – надежное и эффективное средство для многолетней эксплуатации – 10-30 лет); колесный фронтальный

погрузчик 160-170% (0,08-0,12 у.е./т – при погрузке хорошо взорванного материала, сухой прочной подошве уступа – высококомобильное погрузочно-транспортующее средство при сроке эксплуатации до 5-7 лет); гидравлические прямые и обратные лопаты 200-214% (0,1-0,15 у.е./т – при работе на надлежащих по высоте забоях или глубинах уступа ниже уровня стояния соответственно, в стесненных условиях погрузки, ограниченных дистанциях переездов и необходимом применении бульдозера для зачистки зоны забоя и погрузки – эффективные машины с высоким усилием вырыва, наиболее пригодные для селективной разработки сложно-структурных участков горных разработок).

Экскаваторы - прямые механические лопаты

Прямые механические лопаты, до недавнего времени, наиболее распространенный тип выемочно-погрузочных машин на открытых разработках всего мира для разработки плотных горных пород без предварительного рыхления, а также мерзлых, полускальных, скальных пород и особо плотных руд с предварительным их рыхлением, в том числе и в зонах с суровыми климатическими условиями, при низких температурах окружающей среды.

В последние годы, объемы их применения снижаются в пользу все более активно развивающихся новых типов выемочно-погрузочных машин - мощных гидравлических экскаваторов – прямых и обратных лопат, а также и мощных колесных ковшовых погрузчиков.

Первый экскаватор с паровой силовой установкой, рабочим оборудованием прямая механическая лопата с реечным напором и ковшом 1,14 м³, исходная механика движения которого сохранилась неизменной и в современных образцах мехлопат, был создан в 1837 г фирмой Otis (рис. 1). В России первый экскаватор был построен на Путиловском заводе в 1910 г. В настоящее время мировое производство механических лопат сосредоточено только в США, Китае, России и Украине - компаниями Caterpillar, P&H - Surface Mining (Joy Global), ТУНИ, ИЗ-КАРТЭКС, УЗТМ и, по спецзаказу, на НКМЗ.

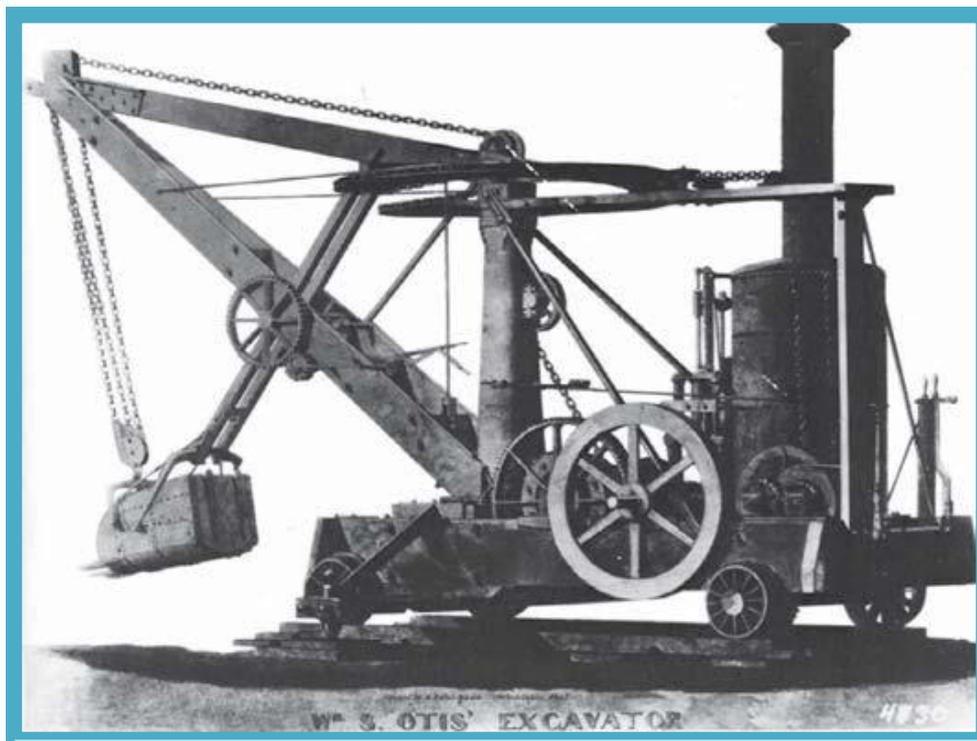


Рис. 1. Прямая механическая лопата Otis с реечной системой напора и паровой силовой установкой



Рис. 2. Карьерная механическая лопата 495HF компании Caterpillar с гидравлическим напорным механизмом «HydraCrowd»

Основные требования для эффективной эксплуатации современных электрических прямых лопат: максимальная высота уступа – не более верхней точки расположения головного блока стрелы; время цикла – 28-40 с (среднее 35 с); коэффициент наполнения ковша в хорошо взорванном забое – 100-105%; наиболее эффективное сочетание с загружаемым транспортным средством – 3-5 ковшей; наиболее благоприятные условия работы в забое – односторонняя погрузка на

уступе оптимальной высоты с хорошо взорванной горной массой, на удовлетворительно выровненной, устойчивой и хорошо зачищаемой вспомогательным средством подошве с достаточным пространством у забоя, для свободного маневрирования автотранспорта. Неблагоприятными условиями их эксплуатации являются: плохо взорванный массив с неровным основанием подошвы, уступ недостаточной высоты, смешанная постановка автотранспорта под загрузку на плохо или не зачищаемой подошве с ограниченным пространством для маневрирования автотранспорта в условиях тесного забоя.

2.2 Типы, технические показатели и область применения современных механических экскаваторов

Основные производители механических лопат

Компания Caterpillar приступила к производству карьерных механических лопат в 2011 г, после приобретения ею компании Bucyrus International. С той поры на ее бывших заводах в г. Milwaukee (США), выпускаются прямые механические лопаты как с речным напором (с рабочим оборудованием лопат, присоединенной в 1997 г компании Marion, в частности, модели 182М с ковшами вместимостью 7-18 м³), так и с традиционным для экскаваторов Bucyrus канатным напором, а также с новой гидравлической системой напора «HydraCrowd» (рис. 2), запатентованной и изготовленной компанией Bucyrus и запущенной в эксплуатацию на карьере нефтяных песков штата Северная Альберта, Канада (2007 г).¹²

У вышеупомянутого экскаватора с гидравлической системой напора гидроцилиндр ($D = 360$ мм) со штоком ($D = 250$ мм), находящийся внутри трубчатой рубашки ($D = 1500$ мм), прикреплен шарнирно к ее торцу, а его шток к выдвигаемой трубе рукояти ($D = 920$ мм), перемещающейся в направляющих седлового блока, который соединен с трубчатой рубашкой и имеет осевую опору на стреле. При подаче масла в подпоршневую полость цилиндра, осуществляется выдвижение штока и, соответственно, рукояти на полную его длину 6,2 м со скоростью до 0,66 м/с и напорным усилием на ковш до 1225 кН.

Система "HydraCrowd" обслуживается маслостанцией с четырьмя нерегулируемыми аксиально-поршневыми насосами ($p = 24,5$ МПа, $Q = 1892$ л/мин), регулируемым электромотором переменного тока мощностью 520 кВт, размещаемыми у основания стрелы. Расчетный срок службы гидроцилиндра до первого ТО (по уплотнениям) – два года. Одно из преимуществ данной системы подачи по сравнению с канатной - в отсутствии канатов, которые приходится менять через каждые 1500-1800 ч эксплуатации экскаватора, при существенной трудоемкости их

¹² A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 8-12

обслуживания и замены. Применение гидравлической системы напора, также как и канатной, особенно способствует весовой разгрузке рабочего оборудования, и в сравнении с реечной системой напора, дает существенное снижение момента инерции при повороте платформы, что позволяет сократить время поворота на выгрузку и обратно, а, следовательно, снизить время цикла экскавации.

Компания Cat предлагает ковши конструкции FastFil (рис. 3) с оптимизированной геометрией фронтальной части режущей кромки, предназначенной для облегчения зачистки подошвы забоя и снижения сопротивления его внедрению. Он имеет трапецеидальное уширение поперечных сечений по направлению к днищу, что способствует ликвидации пустот при наполнении ковша и увеличивает коэффициент его наполнения до 100% и более.

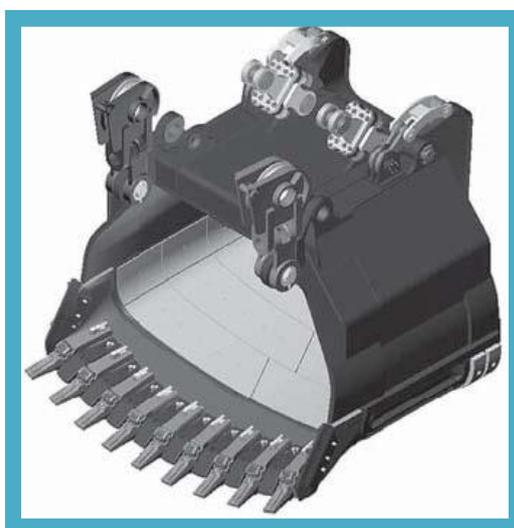


Рис. 3. Ковш конструкции FastFil с оптимизированной геометрией

Канатные экскаваторы Cat® с электрическим приводом выпускаются 5-ти базовых типоразмеров (табл. 1) и используются, в основном, для погрузки горной массы в карьерные автосамосвалы в процессе вскрытия и добычи полезных ископаемых. Компания Caterpillar сохранила существовавшую ранее цифровую маркировку типоразмеров экскаваторов компании Bucyrus, но добавила впереди к ней цифру 7, характеризующую принадлежность их к классу механических лопат, в отличие от гидравлических, маркировка которых начинается с цифры 6 и драглайнов, начинающейся с цифры 8.



Рис. 4. Карьерные прямые механические лопаты Cat 7295; Cat 7395

Таблица 1
Основные базовые типоразмеры карьерных механических лопат
компании Cat

Модель	Вместимость ковша, м ³	Масса груза в ковше, т	Макс. радиус копания, м	Макс. высота копания, м	Рабочая масса, т
7295*	18,4-39,0	45,4	21,8	15,6	789,25
7395	19,1-61,2	63,5	23,3	16,7	1179,34
7495HD	19,1-61,2	81,8	24,0	17,3	1306,34
7495; 7495HF	30,6-61,2	100	25,0	18,0	1372,12

Примечание: * модель 7295, помимо канатной системы напора может иметь также и речную модификацию; модель HF имеет уширенные траки и сниженное удельное давление на грунт.

Одна из основных особенностей мехлопат Cat заключается в применении электрооборудования переменного тока с модулями IGBT (Insulated gate Bipolar Transistor), использующими биполярные транзисторы с изолированным затвором, имеющего преимущества над машинами с приводами постоянного тока, в частности:

- более высокую производительность за счет более высокой скорости работы вследствие отсутствия ограничений, накладываемых процессами коммутации, характерными для приводов постоянного тока, что обеспечивает и более высокий КПД;¹³

- более высокий коэффициент технической готовности, как правило, более 98%, за счет увеличения среднего времени безотказной работы и снижения времени на ремонт, поскольку IGBT-модули не требуют регулярного технического обслуживания, сводящегося в данном

¹³ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 14-17

случае, только к смазке и замене подшипников каждые 30 тыс. ч, а IGBT-модули являются взаимозаменяемыми для активных выпрямителей и инверторов;

-более высокую надежность, благодаря меньшей чувствительности к колебаниям напряжения и машины на переменном токе продолжают работать при мгновенных изменениях напряжения в диапазоне от -20 до -30%;

-большую эффективность, за счет 10% экономии электроэнергии в сравнении с приводом постоянного тока, в течение всего срока службы экскаватора, поскольку привод на переменном токе обеспечивает коэффициент мощности, равный 1,0 (нулевые потери эффективности) по сравнению с коэффициентом 0,95, характерном для приводов постоянного тока.

Все горное оборудование компании оборудуется высокоточными приборами GPS-навигации - CAT MS Terrain, а экскаваторы и погрузчики компании - приборами управления - Terrain for Loading (CAES), предназначенными для:

- выполнения виртуальной задачи по выемке материала, подаваемой из диспетчерской;
- выдерживания конечного профиля забоя;
- четкой отгрузки из сложных забоев материалов различного качества в самосвалы, направляющиеся в соответствующие пункты назначения (фабрику, отвал, рудный склад);
- автоматического обновления электронной модели карьера по мере отработки рудных блоков забоя;
- передачи отчета о проделанной работе.
-



Рис. 5. Экскаватор 495HD компании Cat (Висугус) на угольном разрезе «Тугнуйский»

В РФ на разрезе «Тугнуйский» ОАО «СУЭК» с 2010 г. работают две мощные карьерные механические лопаты с канатным напором, поставленные еще компанией Bucyrus. Один из двух экскаваторов 495HD №1 (рис. 5) в 2013 г установил рекорд по отгрузке вскрышных пород в автотранспорт около 2 млн. м³/мес.

Компания Surface Mining (P&H) – подразделение корпорации Joy Global Inc. предоставляет на рынок модельный ряд карьерных электрических механических лопат с речным напором 5-ти базовых типоразмеров (табл. .

Таблица 2

Модельный ряд электрических карьерных экскаваторов компании P&H

Модель	Вместимость ковша, м ³	Масса груза в ковше, т	Макс. радиус копания, м	Макс. высота копания, м	Рабочая масса, т
2300ХРС	18,3-25,5	45,4	21,3	13,6	775
2800ХРС	26,8-33,6	59,0	24,2	16,6	1079
4100С	42,8-47,7	81,6	24,7	15,8	1243
4100С BOSS	44,3	60,7	23,9	16,8	1459
4100ХРС	52,8-61,2	108,9	23,9	16,8	1532

С 2007 года компания Joy Global Inc., Surface Mining (P&H) приступила к оснащению своих карьерных экскаваторов приводами переменного тока, что позволяет значительно удешевить и упростить их техническое обслуживание и соответствует мировым тенденциям. Управление основными движениями экскаваторов P&H осуществляется с помощью джойстиков-контроллеров.



Рис. 6. Самая мощная модель карьерной механической лопаты с речным напором 4100ХРС компании P&H (а)



Рис. 7. Кабина машиниста экскаватора Р&Н с графическим интерфейсом управления (б)

Для увеличения эффективности работы машиниста, экскаваторы Р&Н оборудуются системой «Centurion», обеспечивающей управление приводами и сбор данных с сети датчиков, размещенных по всей машине. Машинист имеет перед собой удобный в навигации графический интерфейс (рис. 7), с помощью сенсорного экрана которого, сочетающего в себе одновременно аппаратную и программную части, осуществляет цифровое управление работой систем экскаватора, обеспечивающее максимальные показатели во всем диапазоне скоростей, координирует движения напора и подъема, что позволяет сократить время цикла.

Система отслеживает координаты экскаватора, угол его наклона, температуру подшипников и масла в электродвигателях, собирает данные по производительности экскаватора, а также информацию о неисправностях. Специальный модуль системы «Centurion» следит за балансом усилий подъема и напора, не допуская появления «поддомкрачивания стрелы», приводящего к провисанию вантовой подвески.¹⁴

Подсистема «OPTIDIG» предотвращает заклинивание ковша в забое, автоматически позиционируя его в забое, обеспечивает равномерное движение ковша при черпании за счет регулирования выдвигания рукояти, а при возникновении непреодолимых препятствий, автоматически подает рукоять назад.

Подсистема «Payload» измеряет загрузку ковша, отслеживая массу горной массы в ковше и отклонение от заданного уровня, фиксирует средние показатели за смену, отображает эти данные на том же

¹⁴ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 21-24

сенсорном экране компьютера, что позволяет полностью использовать грузоподъемность автосамосвала при погрузке. Модуль системы «PreVail» контролирует исправность узлов экскаватора посредством дистанционного мониторинга, собирает, анализирует и передает данные о состоянии различных систем экскаватора в сервисный центр, благодаря чему сервис-инженеры быстро выявляют причину неисправности, оперативно ее устраняют и предотвращают появление ее в будущем.

Карьерные механические лопаты P&H 2300XP с ковшем 16 м³ начали поступать на разрезы Кузбасса еще в 1982 – 1985 г. За последние годы на горные предприятия Кузбасса были поставлены 26 новых мощных экскаваторов, включая 9 мехлопат марки P&H 2300XP (емкость ковша 25 м³), 15 мехлопат марки P&H 2800XP (33,6 м³) и две мехлопаты марки P&H 4100XP (55,8 м³). В настоящее время эта новая техника работает на Бачатском, Талдинском и Кедровском разрезах компании «Кузбассразрезуголь», Сибиргинском разрезе компании «Южный Кузбасс», на Междуреченском разрезе компании «Междуречье», на Виноградовском разрезе Кузбасской топливной компании, на разрезе «Заречный» компании ОАО «СУЭК», на Черниговском разрезе компании «Черниговец».

Компания Surface Mining (P&H) предлагает клиентам услуги по поддержанию оборудования в полностью работоспособном состоянии в течение всего срока его службы, и для этого в Кузбассе построен Сервис-Центр компании, со складами запасных частей. Для этого в конце 2013 г. запланировано открытие нового сервисного центра с ремонтными цехами.

Карьерные экскаваторы Тайюаньского завода тяжелого машиностроения (TZ) (Taiyuan Heavy Industry Co.)

Тайюаньский завод является основным производителем карьерных экскаваторов в КНР, предлагает модельный ряд из 9 типоразмеров карьерных экскаваторов прямая лопата с речным напором, с ковшами емкостью от 4 до 76 м³, оснащенных современным электроприводами переменного тока. Ростехнадзор разрешил применение экскаваторов типа WK-12, WK-20, WK-35 и WK-55 (табл. 3) на территории РФ. Дилером Тайюаньского завода в России и СНГ – компания «ТЗ-АВИК Сервис» – (AVIC International Aero-Development Corporation).

Модельный ряд электрических карьерных экскаваторов
Тайюаньского завода тяжелого машиностроения TZ

Модель	Вместимость ковша, м ³	Масса груза в ковше, т	Макс. радиус копания, м	Макс. высота копания, м	Рабочая масса, т
WK-12	10-16	35	18,9	13,6	485
WK-20	16-34	45	21,2	14,4	731
WK-27	23-46	59	23,4	16,3	907
WK-35	25-54	75	24	16,2	1020
WK-55	36-76	103	23,9	16,1	1460



Рис.8. Экскаватор WK-35 Тайюаньского завода TZ на Бачатском угольном разрезе

В сентябре 2010 г первый экскаватор типа WK-35 с ковшом 35 м³ (рис.7) был поставлен на Бачатский разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь», где приступил к работе в режиме опытно-промышленной эксплуатации, успешно завершённой в июле 2011 г и продемонстрировал коэффициент технической готовности экскаватора около 95%. По результатам испытаний, ОАО «УК «Кузбассразрезуголь» приобрело еще четыре экскаватора серии WK с ковшами 35 м³. Эти машины работают также на Талдинском и Краснобродском разрезах.

Карьерные механические лопаты ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова»

ИЗ-КАРТЭКС – крупнейший на территории России и стран СНГ производитель и поставщик карьерных электрических экскаваторов. С 1957 года им произведено и поставлено свыше 3500 карьерных электрических экскаваторов, из которых порядка 1200 по сей день

находятся в эксплуатации на горных предприятиях. Преимущественно - это машины с ковшами вместимостью 8-15 м³. За последние 15 лет с 2008 по 2013 г.г. компанией ИЗ-КАРТЭКС произведены и поставлены на рынок новые экскаваторы большой единичной мощности с ковшами вместимостью 12, 18 и 32 м³. Это - экскаваторы ЭКГ-12К, ЭКГ-18Р и ЭКГ-32Р, которые были разработаны в соответствии со стратегией развития компании. В стадии завершения рабочего проекта находится мощный инновационный экскаватор ЭКГ-50 с ковшом 60 м³. В 1985 г, на основе ЭКГ-12,5 был создан экскаватор ЭКГ-15 с ковшом 15 м³, до 2012 г их было произведено 108 единиц. В 1989 г был выпущен только один экскаватор ЭКГ-20И, созданный на базе экскаватора ЭКГ-15, а в 2010 г был изготовлен первый в истории завода экскаватор с напором речного типа ЭКГ-18Р и ковшом 18 м³ (рис. 9, б). Всего были изготовлены 5 машин этого типоразмера.¹⁵

За период 2008-2013 г.г. компания поставила на горнодобывающие предприятия России, стран СНГ и Зарубежья порядка 146 экскаваторов с ковшами 10-18 м³ из которых подавляющее большинство – 102 ед. с ковшом 10 м³ (рис. 8, а), 6 ед. с ковшом 12 м³, 31 ед. с ковшом 15 м³, 5 ед. с ковшом 18 м³ и только один экскаватор с ковшом 32 м³. Самая мощная механическая лопата с речным напором и однобалочной рукоятью ЭКГ-32Р (рис. 8, в) в 2011 г. была поставлена на Краснобродский разрез.



¹⁵ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 25-28



Рис.8. Экскаваторы ИЗ КАРТЭКС:

- а) самая массовая модель ЭКГ-10 с канатным напором
- б) экскаватор с реечным напором и однобалочной стрелой ЭКГ-18Р на Талдинском разрезе
- в) экскаватор с реечным напором и однобалочной рукоятью ЭКГ-32Р на Краснобродском разрезе

Принципиальной особенностью новой линии экскаваторов ИЗ-КАРТЭКС является возможность, в зависимости от требований заказчика и условий разработки, приобретения модели экскаватора либо с канатным (К) или реечным (Р) исполнением рабочего оборудования в рамках единой базовой платформы. Модели экскаваторов отличаются только рабочим оборудованием (ковш, стрела, рукоять), устанавливаемым на поворотной платформе. Узлы экскаваторов унифицированы на 80 %.

В настоящее время ИЗ-КАРТЭКС, наряду с самым массовым в прошлом экскаватором ЭКГ-10 и достаточно распространенным ЭКГ-15, предлагает новую линейку продукции, состоящую из 4-х базовых моделей с модификациями - канатного (К) и реечного (Р) напора (табл.4).

Модельный ряд электрических карьерных экскаваторов компании
ИЗ-КАРТЭКС

Модель	Диапазон вместимостей ковша, м ³	Масса груза в ковше, т	Макс. радиус копания, м	Макс. высота копания, м	Рабочая масса, т
ЭКГ-10	15-12,5	20	18,4	13,5	410
ЭКГ-15	8-18	30	22,6	15,8	700
ЭКГ-12К	6,3-16	30	18,6	15,0	410
ЭКГ-20К/18Р	18/16-28	40/38	22,6/21,7	17,3/16	700/710
ЭКГ-35К/32Р	20-45	63/57,6	24/24	19/19	1030
ЭКГ-50*	54-77	106	24,0	17,0	1550

Примечание: *проектируется как модель с речным напором

На машинах ИЗ-КАРТЭКС нового поколения ЭКГ-12К, ЭКГ-20К/18Р и ЭКГ-35К применяется частотно-регулируемый электропривод постоянного (Тп-Д, Трп-Д) тока, а на экскаваторах ЭКГ-32Р и проектируемом экскаваторе ЭКГ-50 - электропривод переменного (ПЧ-АД) тока. Последний позволяет более существенно снизить расход электроэнергии, облегчить обслуживание элементов электропривода, обеспечить плавность работы машины, повысить её управляемость.

ЭКГ-12К традиционно имеет модификации: с удлиненным рабочим оборудованием ЭКГ-10ус для погрузки в транспортные средства, расположенные на уровне стояния экскаватора; ЭКГ-6,3у для погрузки в транспортные средства, расположенные на вышележащем горизонте. ЭКГ-12К в дальнейшем, будет заменен универсальным экскаватором ЭКГ-12М с приводами переменного (ПЧ-АД) тока и будет выпускаться в 2-х модификациях: базовой ЭКГ-12МР с речным напором и ЭКГ-12МК - с канатным напором.¹⁶

Карьерные механические лопаты ОАО «УРАЛМАШЗАВОД»

Производственная линейка карьерных гусеничных экскаваторов типа прямая лопата Уралмашзавода включает модели ЭКГ-5А, ЭКГ-12А, ЭКГ-18 и ЭКГ-30 (табл. 5).

¹⁶ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 32-36

Модельный ряд электрических карьерных гусеничных экскаваторов
Уралмашзавода

Модель	Вместимость ковша, м ³	Масса груза в ковше, т	Макс. радиус копания, м	Макс. высота копания, м	Рабочая масса, т
ЭКГ-5А	4,6-6,3	35	14,5	10,3	196
ЭКГ-12А	12-16	45	21,0	15	655
ЭКГ-18	16-20	59	22,2	16,4	750
ЭКГ-30*	24-40	75	26	19,5	1250

Примечание: *проектируется, с электроприводом переменного тока ПЧ-АД

Экскаватор ЭКГ-5А является самым массовым карьерным гусеничным экскаватором в мире: было выпущено более 13 тыс. единиц, в том числе с 1980 г. в количестве 4500 машин. Современные ЭКГ-5А прошли модернизацию и значительно отличаются от первых модификаций.

Первый экскаватор ЭКГ-12 с ковшом 12 м³ (рис. 9 а), был введен в эксплуатацию на Черниговском разрезе в 1996 г. Всего было произведено 17 машин, поставленных преимущественно на железорудные предприятия. В 2011 году был изготовлен первый ЭКГ-18 (рис. 10 б), поставленный на Краснобродский разрез ОАО «УК «Кузбассразрезуголь». Всего было изготовлено 2 экскаватора этого типоразмера.



Рис.9. Экскаваторы типа прямая лопата с речным напором: а -ЭКГ-12 на разрезе Черниговский; б - ЭКГ-18 на Краснобродском разрезе УК «Кузбассразрезуголь»



Современные экскаваторы Уралмашзавода оснащаются системами электропривода постоянного (ЭКГ-12А) или переменного тока (ЭКГ-18) со статическими преобразователями и цифровой системой управления, что позволяет снизить энергопотребление при высоком уровне КПД и надежности, а также системами -информационной, видеонаблюдения, автоматических защит рабочего оборудования и централизованной автоматической смазки.

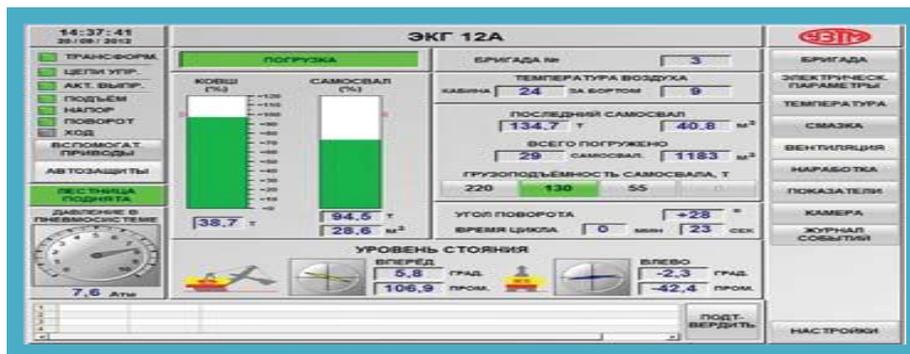


Рис.10 Экраны информационной системы экскаватора ЭКГ-12А: а – главный; б - автоматических защит рабочего оборудования

Сбор, обработка, хранение текущей информации о работе экскаватора, позволяющие отслеживать динамику изменения всех основных параметров, анализ данных о текущем состоянии механического и электрического оборудования, формирование и хранение списка предупредительных и аварийных сообщений с указанием времени и даты, отображаются на экране панельного компьютера машиниста (рис. 10 а).

Система автоматических защит рабочего оборудования экскаватора (рис. 10 б) имеет функции ограничения подъема ковша и хода рукояти, защиты стрелы от удара рукоятью выше напорного вала и при забросе ковша, ограничения боковых нагрузок при черпании и при работе с негабаритами, защиты от переподъемов стрелы. Система ограничивает также динамические нагрузки на переднюю кромку ковша.¹⁷

Оснащение системой автоматических защит и информационной системой позволяет обеспечить эффективную и надежную работу экскаваторов за счет информированности машиниста о состоянии механического оборудования и привода, возможности передать показатели работы экскаватора диспетчеру горного предприятия для корректировки производственного процесса в режиме on-line.

Одноковшовые экскаваторы – драглайны

2.3 Типы, технические показатели и применения драглайнов в горном помывленности

Экскаваторы – драглайны производства ОАО «УРАЛМАШЗАВОД»

Экскаваторы – драглайны гусеничные ЭДГ-4.25 и ЭДГ-3,2.30 предназначены для разработки полезных ископаемых и пород вскрыши с перемещением их в отвал или с погрузкой в транспортные средства - имеют высокую степень унификации с базовой моделью карьерного экскаватора ЭКГ-5А, индивидуальный электрический привод всех основных механизмов от двигателей постоянного тока, питаемых по системе ГД. Стрелы у экскаваторов - решетчатой конструкции длиной 25 и 30 м, а ковши - вместимостью 4 и 3,5 м³. Максимальные подъемные/тяговые усилия соответственно составляют 172/191 кН и 118/220 кН. Полное время цикла экскавации - 42 с. Теоретическая производительность данных моделей - 340 и 220 м³/ч. При рабочей массе 177?182 т удельное давление на грунт при гусеницах шириной 1100 (1400) мм не превышает 0,165 (0,130) МПа. С 1999 г ОАО «Уралмашзавод» изготовил семь экскаваторов ЭДГ-3,2.30 и ЭДГ-3,2.30А (рис.11 а).

¹⁷ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 43-46



Рис. 11. Экскаваторы-драглайны производства УЗТМ: а - гусеничный драглайн ЭДГ-3,2.30; б - шагающий ЭШ 11.75; в - шагающий ЭШ 100.100

На базе карьерной мехлопаты ЭКГ-12 разработан проект гусеничного драглайна ЭДГ-8.55, предназначенного для разработки пород вскрыши с перемещением их в транспортные средства. Драглайн имеет высокую степень унификации с базовой мехлопатой, индивидуальный электрический привод всех основных механизмов от двигателей постоянного тока, питаемых по системе ГД. Стрела решетчатой конструкции длиной 55 м компонуется из трех секций, что в принципе создает возможность варьировать ее длину и вместимость сменного ковша 8 м³ - для тяжелых и 10 м³ - для легких пород. Концевая нагрузка 340 кН, усилие подъема стопорное 427 кН, усилие тяги стопорное 471 кН. Мощность сетевого двигателя 1250 кВт. Время цикла 50 с при повороте в отвал на 120°. Скорость передвижения 1,1 км/ч. При рабочей массе 600 т удельное давление на грунт при гусеницах шириной 1800 и 2200 мм, не превышает 0,225 и 0,185 МПа, соответственно.

Первый шагающий драглайн с ковшом вместимостью 3.5 м³ и стрелой 36 м был создан на УЗТМ в 1946 г. Линейка шагающих драглайнов УЗТМ представлена 13-ю типоразмерами с ковшами вместимостью 11...100 м³ и длинами стрел 75...130 м, в том числе шесть вариантов - с пониженными удельными давлениями на грунт. Номенклатура шести базовых моделей

представлена в табл. 6. Разработаны их модификации, отличающиеся удлиненными стрелами и ковшами уменьшенной вместимости: ЭШ 15.100; ЭШ 20.100 и ЭШ 15.110; ЭШ 30.110 и ЭШ 25.120; ЭШ 40.130.

Таблица 6

Параметры шагающих драглайнов ОАО «Уралмашзавод»

Наименование параметров	ЭШ 11.75	ЭШ 20.90	ЭШ 25.90	ЭШ 40.100	ЭШ 65.100	ЭШ 100.100
Вместимость ковша, м ³	11	20	25	40	65	100
Длина стрелы, м	75	90	90	100	100	100
Концевая нагрузка, тс	33	63	77	125	205	300
Радиус черпания и разгрузки, м	71,4	83	85,4	94,8	97,6	97
Высота разгрузки, м	30,6	38,5	37,5	40	38,5	43
Глубина копания, м	38	42,5	47	47	46	47
Рабочая масса, т	843	1690	1900	3310	5460	10300
Среднее удельное давление на грунт под башмаками при передвижении, МПа	0,145	0,24	0,187	0,2	0,2	0,265
Среднее удельное давление на грунт под опорной рамой при работе, МПа	0,09	0,105	0,103	0,137	0,125	0,18
Мощность сетевого двигателя, кВт	1250	2500	2500	2x2250	4x2250	4x3600

За всю историю производства шагающих драглайнов на УЗТМ было выпущено 250 машин, наиболее крупной из которых стала модель ЭШ-100.100 (1977 г) на шагающем ходу с полным отрывом базы (рис. 11 в). Наиболее массовым драглайном производства УЗТМ была модель ЭШ 15.90, а ЭШ 11.75 – единственная модель, выпущенная с электромеханическим четырехзвенным кривошипно–шарнирным механизмом шагания. Начальная модель ряда – драглайн ЭШ 11.75 (рис. 11 б), за период с 2002 г. был изготовлен в пяти экземплярах. В 2012-2013 гг. два драглайна ЭШ 20.90С в «северном исполнении» поставляются в УК «Якутуголь» для работы на Эльгинском угольном месторождении.

С 1968 г. все модели драглайнов УЗТМ снабжаются трехгранной стрелой, выполненной из труб, с предварительно напряженным верхним поясом, имеющей более высокие надежность и эксплуатационно-технические показатели, чем вантовая, унифицированными лебедками тяги и подъема ковша и гидравлическими механизмами шагания с неполным отрывом базы, кроме проектируемых ЭШ 65.100 и ЭШ 100.100.

Экскаваторы – драглайны производства НКМЗ (Украина)

Номенклатура производства электрических шагающих драглайнов НКМЗ предусматривает выпуск шести базовых моделей с ковшами вместимостью от 6,5 до 20 м³ (табл. 7) и с шарнирно-сочлененными стрелами, формируемыми из труб, шагающим ходом кривошипно-шатунного типа. Экскаваторы-драглайны предназначены для выемки грунтов от I до IV категорий крепости включительно при производстве вскрышных работ по бестранспортной системе с укладкой породы в выработанное пространство или на борт разреза, но грунты III и IV категорий должны быть предвари-тельно разрыхлены взрыванием. Параметрический ряд шагающих драглайнов НКМЗ эффективно перекрывает нишу моделей с малой вместимостью ковша отсутствующих в производственной линейке УЗТМ.¹⁸

Таблица 7

Параметры шагающих драглайнов НКМЗ

Наименование параметров	ЭШ6,5/4 5	ЭШ11/7 0	ЭШ14/ 50	ЭШ15/8 0	ЭШ20 /65	ЭШ 10/100
Вместимость базового ковша, м ³	6,5	11	14	15	20	10
Длина стрелы, м	45	70	50	100	65	100
Концевая нагрузка, тс (не более)	16,5	30,4	33,3	42	51	28
Радиус черпания и разгрузки, м	43,5	66,5	46,5	76,5	61	93,5
Высота разгрузки, м	19,5	27,5	20,5	37	27	42
Глубина копания, м	22	35	21	45	32	50
Рабочая масса, т	280	720	620	1160	1100	1030
Среднее удельное давление на грунт под башмаками при передвижении, МПа	0,108	0,153	0,133	0,147	0,132	0,147

¹⁸ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 38-45

Среднее удельное давление на грунт под опорной рамой при работе, МПа	0,058	0,095	0,083	0,098	0,088	0,098
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Главные приводы драглайнов НКМЗ - на постоянном токе с тиристорным управлением возбуждения, а по требованию заказчика, они могут комплектоваться и приводами переменного тока с частотным регулированием скорости.

Для увеличения высоты обрабатываемого уступа на карьерах с транспортной системой разработки, НКМЗ предлагает новый вид экскаватора - шагающий драглайн погрузочного типа как для рыхлых, так и взорванных скальных пород в средства карьерного транспорта – автосамосвалы и ж-д. вагоны (рис. 12).



Рис. 12 Шагающие драглайны НКМЗ: а - ЭШ- 6,5/45 при погрузке в автотранспорт; б - ЭШ-15/80 – забое бестранспортной системы разработки

В 2012 г. НКМЗ приступил к постановке на производство более мощных экскаваторов ЭШ-15/90Н и ЭШ-20/90Н с шарнирно сочлененными стрелами и кривошипно-шатунными шагающими устройствами, увеличенными радиусами копания, высотами разгрузки и глубинами копания, соответственно 83.5; 38.5 и 42.5 м, а также рабочими массами 1200 и 1400 т.

Шагающие экскаваторы – драглайны компании Caterpillar

Компания Caterpillar, присоединив компанию Bucyrus, предлагает широкий выбор модификаций шагающих драглайнов, в основу которых заложены три базовые модели серий 8000, 8200 и 8750 (табл. 8). В 1969 г компания Bucyrus, выпустила самый большой драглайн в истории экскаваторостроения модель 4250-W (рис. 13) с ковшем 168 м³ и стрелой 91.4 м. Драглайн передвигается на гидравлическом шагающем устройстве, с полным отрывом базы, проработал на угольном разрезе в

штате Огайо (США) более 40 лет с производительностью по вскрыше, достигавшей 30 млн. м³/год.



Рис. 13. Шагающие драглайны Caterpillar (Bucyrus): а - модель 4250-W; б - модель 8750

Современные драглайны Caterpillar применяют электрические приводы переменного тока с модулями IGBT, использующими биполярные транзисторы с изолированным затвором, и эксцентриковые механические шагающие устройства с независимыми бортовыми электроприводами, синхронизируемыми программируемыми командоаппаратами (PLC) центрального компьютера. Стрелы современных машин (табл. 8) отличаются от конструкций стрел ранних моделей драглайнов Bucyrus, имевших главные пояса, выполненные из герметизированных труб, работавших под внутренним давлением накачанной в них смеси азота и воздуха (для контроля их сохранности). Сегодня стрелы Cat изготавливаются прямоугольными в сечении, рыбообразной формы, с главными поясами из прокатных профилей и трубчатыми раскосами с внутренним давлением – следствие заимствования технологии построения стрел и стойки ее поддержки, присущей драглайнам компании Marion, приобретенной компанией Bucyrus еще в 1997 г.

Параметры шагающих драглайнов компании Caterpillar

Таблица 8

Наименование параметров	8000	8200	8750
Вместимость ковша, м ³	31-32	45-61	76-129
Длина стрелы, м	76-84	76-100	109-132
Концевая нагрузка, тс	93,9-95	136-181	394-226
Радиус черпания и разгрузки, м	88,4	88,4-90	94-111
Высота разгрузки, м	42,7	45	52-62
Глубина копания, м	53,3	53,5	54-70
Рабочая масса, т	1751-1792	3836-4173	5955-7500

Среднее удельное давление на грунт под башмаками при передвижении, МПа	0,145	0,24	0,187
Среднее удельное давление на грунт под опорной рамой при работе, МПа	0,09	0,105	0,103

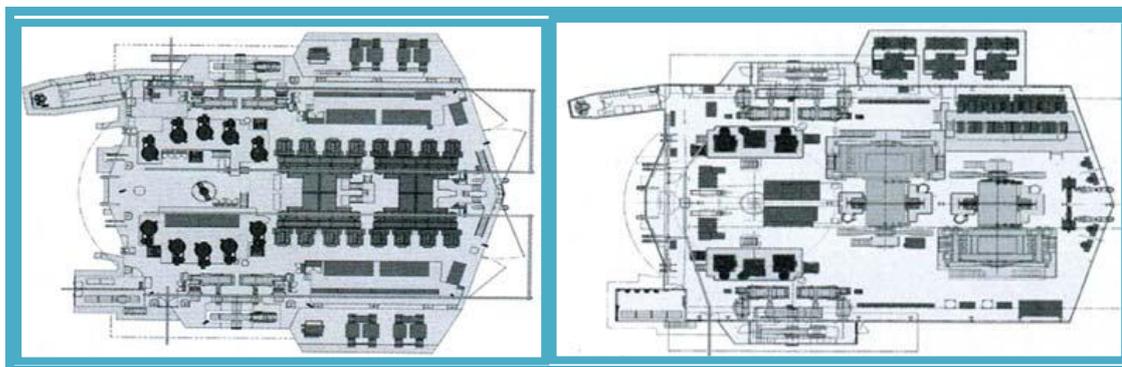


Рис. 14. Расположение механизмов на поворотных платформах шагающих драглайнов компании Caterpillar: а – модель 7850В с традиционными редукторными приводами лебедок подъема и тяги; б – модель 7850D3 с прямыми безредукторными приводами лебедок подъема и тяги

Из последних новшеств построения драглайнов Cat, это альтернативный вариант исполнения тяговой и подъемной лебедок как с традиционным редукторным, так и прямым безредукторным приводом (рис. 14), использующим один низкооборотный электродвигатель высокой мощности переменного тока на агрегат. Приводы поворота платформы и механизма шагания в обоих вариантах остаются традиционного редукторного исполнения. Caterpillar также оказывает всестороннюю инженерную поддержку заказчикам, что позволяет комплектовать машину под условия конкретного предприятия для достижения максимальной производительности и снижения себестоимости добываемого материала.

На сегодня компанией Caterpillar созданы и успешно применяются для разных видов горных работ ряд систем слежения и поддержки работы оборудования в частности, как AQUILA™ Dragline (система точного позиционирования ковша драглайна), AcctssDirect™ (дистанционная система мониторинга); AccuLoad™ (система взвешивания груза в ковше); Terrain for Dragline (Aquilla Dragline) – универсальная система управления работой драглайнов. Последняя предназначена для:

- выполнения виртуальной задачи по выемке материала, транслируемой из диспетчерской;
- выдерживания конечного профиля забоя;
- автоматическое обновление электронной модели карьера по мере отработки рудных блоков забоя;

- передачи отчета о выполненных объемах работы.

Шагающие экскаваторы – драглайны компании Surface Mining (P&H)

Компания Surface Mining (P&H) – подразделение корпорации Joy Global Inc. предоставляет на рынок модельный ряд шагающих драглайнов трех базовых типоразмеров (табл. 9).¹⁹

Таблица 9

Параметры базовых моделей шагающих драглайнов компании Surface Mining (P&H)

Наименование параметров	9010С	9020С	9020ХРС
Вместимость ковша, м ³	42-60	55-90	85-122
Длина стрелы, м	80-105	90-125	100-130
Концевая нагрузка, тс	180-130	230-172	394-226
Радиус черпания и разгрузки, м	80-105	86-120	84-125
Высота разгрузки, м	32-42	34,5-58	44-64,5
Глубина копания, м	51-68	55-86	56,5-77
Рабочая масса, т	3640-4056	5647-5955	7539-8002
Среднее удельное давление на грунт под башмаками при передвижении, МПа	0,276-0,308	0,257-0,270	0,239-0,254
Среднее удельное давление на грунт под опорной рамой при работе, МПа	0,129-0,144	0,143-0,150	0,134-0,139

Наиболее крупной из типоразмерного ряда драглайнов компании P&H стала модель класса 9020ХРС с ковшами вместимостью 85-122 м³, стрелой длиной 130?100 м и рабочей массой порядка 8000 т. Отличительная особенность драглайнов данной компании - наличие высокой ферменной стойки, поддерживающей четырехгранную ферменную стрелу через систему тросов, замыкающихся на двуногой А-образной раме поворотной платформы (рис.15). Шагающее устройство – механическое, эксцентрикового типа.

¹⁹A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009.pages 46-32



Рис. 15. Шагающий драглайн модель 9160 компании Surface Mining (P&H)



Рис. 16. Графический интерфейс пользователя

Управление приводами драглайнов P&H осуществляется с помощью системы «Centurion», использующей стандартные ее компоненты, применяемые и на карьерных мехлопатах компании. Графический интерфейс пользователя Graphical User Interface (GUI), устанавливаемый как в машинном отделении (рис. 16), так и в кабине оператора, дает возможность с помощью сенсорного экрана осуществлять управление и контроль работы систем экскаватора. Система отслеживает координаты экскаватора, угол его наклона, вес горной массы в ковше, фиксирует средние показатели за смену, отображает эти данные на

сенсорном экране компьютера, что позволяет координировать работу оператора в режиме реального времени, аккумулирует данные по производительности, контролирует исправность узлов экскаватора посредством дистанционного мониторинга и передает данные о состоянии различных систем экскаватора в сервисный центр.

Для драглайнов, используемых для селективной выемки и погрузки горной массы в транспортное средство, было разработано оборудование Universal Dragline System (UDS), которое позволяет осуществлять точечное черпание и разгрузку ковша. UDS включает в себя дополнительный головной блок на стреле, два отдельных подъемных барабана, ковш новой конструкции к которому крепятся два подъемных каната, один из которых - к арке ковша или, при ее отсутствии, спереди к боковым его стенкам, а второй, опрокидывающий, к задней его части. Управление ковшом осуществляется при помощи компьютерной программы «UDS», которая в зависимости от операции, производимой драглайном (черпание, перемещение или разгрузка в заданной точке) корректирует угол наклона ковша.

Система UDS может устанавливаться и на моделях драглайнов других производителей. Драглайны, оснащенные UDS, эксплуатируются на карьерах Австралии и США и позволяют, по данным компании, увеличить производительность машин на 30% при двухлетнем сроке окупаемости модернизации.

2.4 Анализ состояния международного рынка наиболее востребованного в мире оборудования для открытых работ, определения некоторых тенденций его дальнейшего развития.

Основные мировые производители горного оборудования для открытых работ 11 июля 2011 г всемирно известная компания Caterpillar выпускавшая широкую номенклатуру преимущественно выемочно-транспортного оборудования для открытых горных и земляных работ, его комплектующие и дизельные двигатели, за 8,8 млрд долл. США взяла под свой контроль компанию Bucyrus, одного из наиболее крупных в мире производителей горного оборудования для открытых и подземных работ. В результате объединения, под управлением концерна Cat Global Mining образовалась наиболее полная линейка оборудования для открытых и подземных горных работ (рис. 1), получившего немедленно ее бренд и традиционную желтую окраску.²⁰

²⁰ A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2009. pages 47-50



Рис. 1 Оборудование для открытых и подземных горных работ, выпускаемое концерном Cat Global Mining

К моменту присоединения компании Висугус, основная номенклатура выемочно-транспортирующего оборудования компании Caterpillar (рис. 2), предназначенного для открытых горных разработок, состояла из гусеничных тракторов (бульдозеров) тяжелого типа – массой 50–112 т и с мощностью двигателей 259–634 кВт; карьерных самосвалов 6 типоразмеров грузоподъемностью от 55 до 363 т, в том числе одного, грузоподъемностью 317 т с электроприводом переменного тока; тяжелых колесных фронтальных погрузчиков 5 типоразмеров с ковшами вместимостью от 6,4 до 36 м³ и эксплуатационной массой от 50 до 195 т; семейства самоходных скреперов 6 типоразмеров с ковшами от 18,4 до 33,6 м³; гидравлических экскаваторов (преимущественно обратных лопат) с ковшами до 7,2 м³ и эксплуатационной массой до 92,1 т; колесных бульдозеров с двигателями мощностью до 597 кВт и эксплуатационной массой до 99,4 т; семейств автогрейдеров стандартной и европейской версий эксплуатационной массой от 11,3 до 61,9 т и мощностями двигателей до 373 кВт; внедорожных тягачей с мощностью двигателей до 1005 кВт и эксплуатационной массой до 90,4 т; самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой грузоподъемностью до 38 т, с мощностями двигателей до 325 кВт и эксплуатационной массой до 70,6 т; погрузочно-доставочных вагонеток и самосвалов с шарнирно-сочлененной рамой для использования на подземных работах грузоподъемностью от 11,2 до 36,6 т, с мощностями двигателей до 460 кВт и эксплуатационной массой от 60 до 102 т; разнообразного вспомогательного и навесного оборудования, а также промышленных дизелей и дизель-генераторных установок широкой номенклатуры, в том

числе для горной и нефтегазовой отраслей промышленности, общего и специального назначения.²¹



Рис. 2. Основные типы выемочно-транспортного оборудования, выпускаемого Caterpillar к моменту объединения с Bucyrus

Компания Bucyrus при вхождении в состав компании Caterpillar дополнила ее номенклатурный ряд тяжелым оборудованием (рис. 3): шагающими драглайнами с трубчатыми стрелами, ковшами от 12 до 116 (168) м³ и стрелами длиной от 58 до 132,5 м; карьерными механическими лопатами с канатным напором с ковшами от 7 до 61,2 м³; станками вращательного бурения с электроприводом с диаметрами бурения от 152 до 444 мм, усилиями подачи от 181 до 748 кН и эксплуатационной массой от 35,6 до 183 т), а также и оборудованием ряда компаний, ранее вошедших в ее корпорацию, в том числе: Marion (1997 г.), шагающие драглайны с ферменными стрелами, карьерные механические лопаты с реечным напором и буровые станки); DBT (Deutsche Bergbau Technik) (2006 г.), комплексы шахтного оборудования для длинных забоев, камерностолбовой разработки угольных пластов любой мощности, самоходное погрузочно-транспортное и конвейерное оборудование для доставки угля на поверхность, буровые системы Jumbo с колонковыми перфораторами); Terex Mining (2010 г.), гидравлические экскаваторы компании O&K 8 типоразмеров с ковшами от 7 до 52 м³ и

²¹ S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 84-92

массой до от 108 до 980 т, самосвалы Unit Rig 5 типоразмеров с электроприводом переменного тока грузоподъемностью от 136 до 363 т, гидрофицированные станки вращательного бурения Reedril 7 типоразмеров с диаметрами бурения от 152 до 381 мм, усилиями подачи от 272 до 499 кН и эксплуатационной массой от 39,6 до 105,5 т, комбайны Superior Highwall Miners для выбуривания угля из под уступов без их вскрытия на глубину до 306 м из пластов мощностью от 0,76 до 4,6 м при ширине одиночной выемки до 2,4 м, а также расходный инструмент, комплектующие, вспомогательное и сервисное оборудование и др.

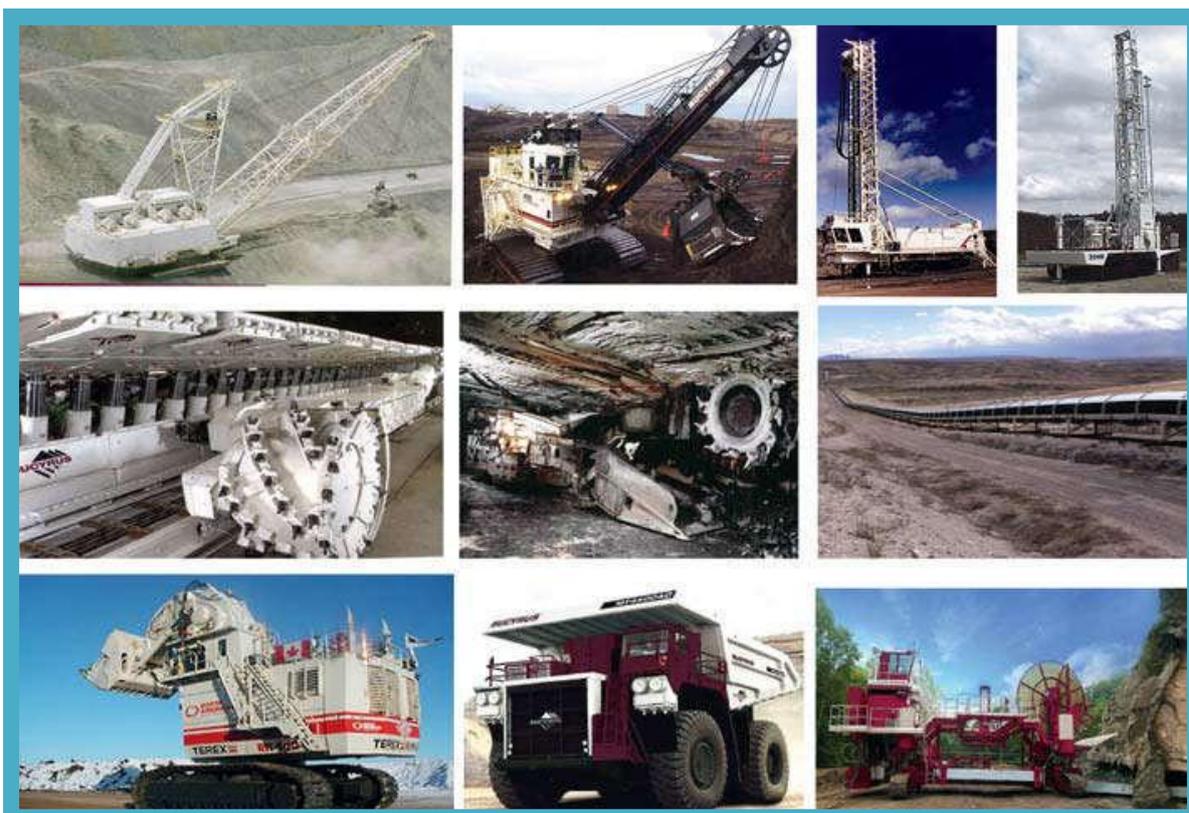


Рис. 3. Основные типы оборудования компании Bucyrus переданные под управление концерна Cat Global Mining

Стив Фискор, главный редактор журналов Coal Age и Engineering & Mining Journal в своей статье «Новый Мировой Порядок для производителей горного оборудования» [1] отметил, что для горняков видеть исчезновение имени Bucyrus стало потрясением, но это приобретение создало выгодный внутренний динамический стимул для дальнейшего развития корпорации Cat Global Mining, что должно принести взаимную выгоду обеим компаниям. Клиенты в горной промышленности более всего нуждаются в меньшем количестве, но в стратегически более значимых поставщиках оборудования и более концентрированных сервисных службах. Более половины объемов

полезных ископаемых в мире добывается открытым способом, и новый концерн будет этому способствовать.²²

В результате объединения с Bucyrus, Cat Global Mining под своим управлением сосредоточила более 130 тыс. торговых агентов и 3500 дилерских контор в более чем 180 странах. Подразделив свой рынок на пять областей: Северная Америка – США и Канада; Латинская Америка; Европа – СНГ; Африка и Ближний Восток; Тихоокеанско-Азиатский регион, Индия и Китай, она образовала единую всемирную сервисную службу практически для всех типов оборудования для открытых и подземных работ, выпускаемого ею и, что самое главное, обязала обслуживаться в дальнейшем только под руководством Caterpillar. В основном все оборудование и впредь будет изготавливаться на своих родных производственных базах Cat Global Mining в США и Германии, хотя еще ранее Bucyrus переместила производство гидравлических экскаваторов RH 400 из Дортмунда (Германия) в Милуоки (США), буровых станков Reedrill в Денисон (штат Техас, США).

Cat Global Mining занимает лидирующую позицию на рынке горной техники как для открытых, так и для подземных работ, перекрывая большинство позиций по номенклатуре оборудования (табл. 3 и 4).

Табл. 3 Основные мировые производители и номенклатура горного оборудования для открытых работ

Оборудование	Производитель				
	Caterpillar	Liebherr	Komatsu	ЧЕТРА	ЧТЗ-Уралтрак
Бульдозеры, грейдеры	Caterpillar	Liebherr	Komatsu	ЧЕТРА	ЧТЗ-Уралтрак
Колесные погрузчики	Caterpillar	Joy Global	Komatsu	Liebherr	-
Самосвалы	Caterpillar	Liebherr	Komatsu	Hitachi	БЕЛАЗ
Гидравлические экскаваторы	Caterpillar	Liebherr	Komatsu	Hitachi	-
Буровые станки	Caterpillar	P&H	Sandvik	AtlasCopco	Schramm
Механические лопаты	Caterpillar	P&H	ИЗ-КАРТЭКС	УЗТМ	TZ
Драглайны	Caterpillar	P&H	УЗТМ	НКМЗ	-
Ленточные конвейеры	Caterpillar	Joy Global	Sandvik	TAKRAF	ThyssenKrupp
Комбайны типа «Highwall»	Caterpillar	-	-	-	-

Компания Cat Global Mining конкурирует в мире по профилю производимого горного оборудования с компанией Joy Global Inc., которая владеет компаниями P&H Mining Equipment (карьерные мехлопаты, гидравлические экскаваторы, драглайны, станки вращательного бурения), Joy Mining Machinery (подземное оборудование) и Continental Conveyor (конвейерный транспорт), дизельный транспорт и другими.

²² S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 94-101

Табл. 4 Основные мировые производители и номенклатура горного оборудования для подземных работ

Оборудование	Производитель				
	Caterpillar	JOY	Sandvik	-	-
Конвейеры откаточные	Caterpillar	JOY	Sandvik	-	-
Крепление кровли	Caterpillar	JOY	-	ZMJ	SANYHE
Скребок-конвейеры	Caterpillar	JOY	-	ZMJ	SANYHE
Комбайны проходческие	Caterpillar	JOY	-	-	-
Буровые системы	Caterpillar	Fletcher	CUBEX	Atlas Copco	-
Самосвалы, погрузчики	Caterpillar	-	Sandvik	Atlas Copco	-
Длиннозубойные системы	Caterpillar	JOY	Sandvik	-	SANYHE
Дизельный транспорт	Caterpillar	JOY	Sandvik	Atlas Copco	SANYHE
Анкерные системы	Caterpillar	JOY	Sandvik	Atlas Copco	Fletcher

Несколько обособленно в линии поставки оборудования для открытых горных работ находятся два крупнейших машиностроительных концерна Германии – ThyssenKrupp Fordertechnik и Tenova TAKRAF, производящих преимущественно мощное оборудование для технологических процессов непрерывного действия и циклично-поточной технологии на открытых разработках.



Рис. 4 Основные типы оборудования компании ThyssenKrupp Fordertechnik

Компания ThyssenKrupp Fordertechnik (рис. 4) специализируется на производстве и запуске в эксплуатацию специфического карьерного оборудования, среди которого: большие вскрышные и компактные роторные экскаваторы; мобильные и полумобильные отвалообразователи;

самоходные перегружатели; распределительные погрузочные устройства для конвейерных и железнодорожных линий; самоходные петлевые тележки; мобильные, внутрикарьерные мобильные, полумобильные дробильные комплексы; крутонаклонные и магистральные ленточные конвейеры; гусеничные и колесные тягачи для перемещения, например, полумобильных дробильных агрегатов и установок, всех типов дробилок, а также стационарных обогатительных фабрик, перегрузочных комплексов и систем складирования для портов, складов сыпучих материалов и электростанций.²³

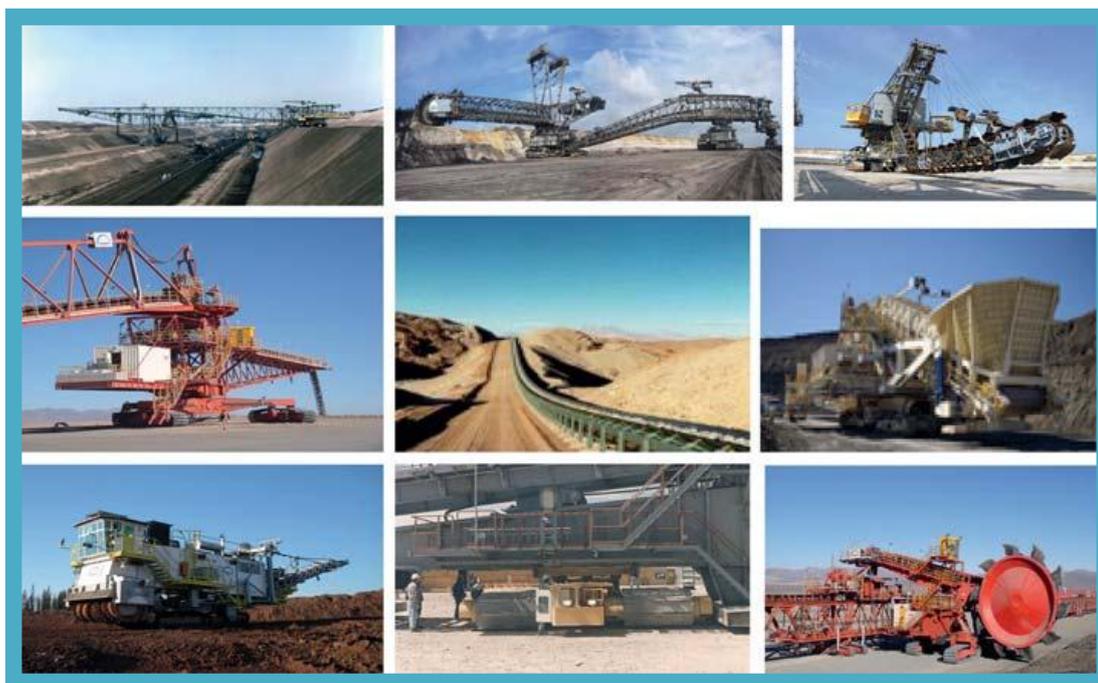


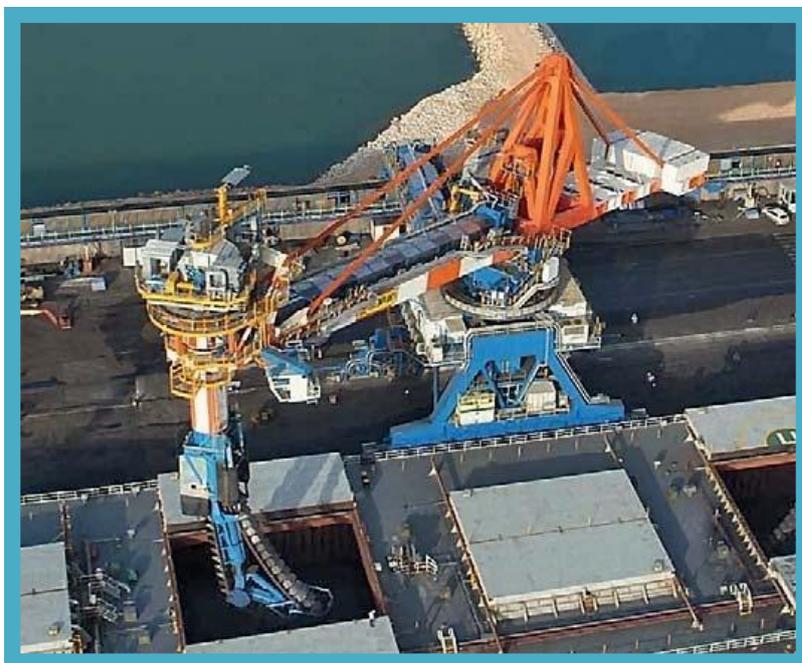
Рис. 5 Основные типы оборудования компании Tenova TAKRAF

Компания Tenova TAKRAF (рис. 5) специализируется на производстве и запуске в эксплуатацию мощного карьерного оборудования, такого как: транспортно-отвальные мосты, в том числе и наклонные; роторные и цепные экскаваторные комплексы; отвалообразователи; самоходные перегружатели; трубчатые и магистральные ленточные конвейеры; распределительные погрузочные устройства для конвейерных и железнодорожных линий; внутрикарьерные мобильные, полумобильные дробильные комплексы; фрезерные комбайны Surface Miners; крутонаклонные, гусеничные транспортеры; комплексы оборудования для циклично-поточной технологии, перегрузочные комплексы для транспортирования насыпных грузов, а также системы выщелачивания руд, портовые перегрузочные, судопогрузочные и судоразгрузочные установки, терминалы по отгрузке

²³ S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 104-109

угля, минеральных удобрений, систем складирования для портов, кабельные краны и другое оборудование.

Анализ рынка карьерной техники позволяет отметить наличие большого количества практически равноценных ее производителей, что обеспечивает, как правило, высокое качество продукции и конкурентно обоснованный уровень цен.



Наиболее популярные и востребованные в мире поставщики горного оборудования для открытых работ:²⁴

- бульдозеры, скреперы и грейдеры (Caterpillar, Komatsu, Volvo, ЧЕТРА, ЧТЗ-УРАЛТРАК);
- буровые станки для открытых работ (Caterpillar, P&H, Sandvik, Atlas Copco, Schramm);
- драглайны (Caterpillar, P&H, Уралмаш, НКМЗ);
- гидравлические одноковшовые экскаваторы (Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Liebherr);
- канатные карьерные одноковшовые экскаваторы (P&H, Caterpillar, TZ (Taiyuan Heavy Industry), ИЗ-КАРТЕКС, Уралмаш);
- карьерные самосвалы (Caterpillar, Komatsu, Hitachi, Liebherr, БЕЛАЗ, Volvo);
- колесные погрузчики (Caterpillar, P&H, Komatsu, Volvo); - ленточные конвейеры (Caterpillar, Joy, Sandvik, ThyssenKrupp Fordertechnik, Tenova TAKRAF);
- фрезерные комбайны (Caterpillar, Wirtgen, Vermeer, Tenova TAKRAF);

²⁴ S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 110-115

- комбайны типа «Highwall» для выемки угля из под высоких забоев (Caterpillar).

В последующих статьях будет дан более подробный анализ наиболее востребованных на международном рынке образцов выемочно-погрузочной, выемочно-транспортирующей и буровой техники как отечественного, так зарубежного производства.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы механических экскаваторов используется в современных горных карьерах?
2. Современные фирмы для производства экскаваторов?
3. Достоинства и недостатки использования механических гидравлических экскаваторов

Используемые литературы:

1. Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. /CRC Press, London, New York, 2014.-388 p.
2. A Reference Guide to Mining Machine Application. Caterpillar Global Mining. 2005.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическая занятия:

Расчет, анализ и обоснование основных параметров подземных проходческих и добычных машин

Цель работы: Изучение методы определение основных показателей подземных проходческих, струговых и добычных машин.

Постановка задачи:

Производительность проходческих комбайнов. Производительность проходческого комбайна зависит от типа исполнительного органа, конструктивных и режимных параметров комбайна, горно-геологических условий его работы, организации работ в забое и других факторов.²⁵

Теоретическая производительность проходческого комбайна с исполнительным органом бурового действия определяется по формуле:

$$Q_{теор} = 3600S \cdot v_{max} \gamma, \text{ т/час}$$

или $P_{теор} = \frac{Q_m}{S\gamma} = 3600v_{max}, \text{ м/час}, \quad (1.1)$

где S - сечение проводимой выработки, м²;

v_{max} - максимальная скорость подачи комбайна, м/сек;

γ - плотность породы в массиве, т/м³.

Теоретическая производительность проходческого комбайна избирательного (циклического) действия определяется по формуле.

$$Q_{теор} = 3600mBv_{n,max} \gamma, \text{ т/час}$$

или $P_{теор} = \frac{Q_{теор}}{S\gamma} = 3600 \frac{mB}{S} v_{n,max}, \text{ м/час}. \quad (1.2)$

где m - высота или ширина (мощность) разрушаемого слоя, м;

Для конусных исполнительных органов $m = 0,5d_k, \text{ м};$

d_k - средний диаметр конической коронки, м.

B - максимальная величина захвата исполнительного органа, м;

$v_{n,max}$ - максимальная возможная скорость поперечной подачи исполнительного органа, м/сек.

Техническая производительность проходческого комбайна с исполнительным органом бурового действия определяется

²⁵ S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 107-114

$$Q_{\text{мех}} = 3600Sv_{\text{н. макс}} \gamma K_{\text{мех.б.}} \text{ т/час}$$

или
$$P_{\text{мех}} = 3600v_{\text{н. макс}} K_{\text{мех.б.}} \text{ м/час.} \quad (1.3)$$

где $K_{\text{мех.б.}}$ - коэффициент использования комбайна во времени обычно $K_{\text{мех.б.}} = 0,3-0,4$.

Техническая производительность проходческого комбайна избирательного (циклического) действия определяют по формуле:

$$Q_{\text{мех}} = 3600mBv_{\text{н. макс}} \gamma K_{\text{мех.б.}} \text{ т/час}$$

$$P_{\text{мех}} = \frac{Q_{\text{теор}}}{S\gamma} K_{\text{мех.б.}} = 3600 \frac{mB}{S} v_{\text{н. макс}} K_{\text{мех.б.}} \text{ м/час.} \quad (1.4)$$

Эксплуатационная производительность соответственно определяется по формуле

$$Q_{\text{э}} = Q_{\text{мех}} K_{\text{э}} \text{ т/час,}$$

или
$$P_{\text{э}} = P_{\text{мех}} K_{\text{э}} \text{ м/час.} \quad (1.5)$$

$K_{\text{э}}$ - коэффициент, учитывающий всех простоев комбайна $K_{\text{э}} \approx 0,3-0,6$

Пример расчета производительности проходческого комбайна циклического действия ПК-3м

Исходные данные к расчету:

Сечение трапециодальной выработки $S = 8,5 \text{ м}^2$;

Допустимый процент выхода из строя резцов $Z_g = 25\%$;

Удельный расход резцов $Z_{\text{у.у}} = 0,1 \text{ шт/м}^3$ – для угля;

$Z_{\text{у.п}} = 0,3 \text{ шт/м}^3$ – для породы;

величина захвата $B = 0,6 \text{ м}$;

среднее время на замену резца $t_p = 2 \text{ мин}$;

плотность угля $\gamma_y = 1,3 \text{ т/м}^3$

плотность породы $\gamma_n = 2,2 \text{ т/м}^3$;

коэффициент надежности $K_n = 0,9$.

величина отодвигания комбайна от забоя $a = 1,0 \text{ м}$.

диаметр коронки $d_k = 0,65 \text{ м}$;

скорость подачи $v_n = 1,38 \text{ м/мин}$;

общее число резцов $Z = 18 \text{ шт}$

скорость максимальной поперечной подачи исполнительного органа $v_{\text{н. макс}} = 0,12 \text{ м/сек}$.

Теоретическая производительность комбайна (3.1)

$$Q_{\text{теор}} = 3600mBv_{\text{н. макс}} \gamma \text{ т/час}$$

Мощность вынимаемого слоя угля

$$m = \frac{d_k}{2} = \frac{0,65}{2} = 0,325 \text{ м,}$$

$$Q_{\text{теор}} = 3600 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 0,12 \cdot 1,3 = 110 \text{ т/час.}$$

$$\Pi_m = \frac{Q_{\text{теор}}}{S\gamma_y} = \frac{110}{8,5 \cdot 1,3} = 10 \text{ м/час.}$$

Техническая производительность комбайна (3.3)

$$Q_{\text{тех}} = Q_{\text{теор}} K_{\text{тех}};$$

$$K_{\text{тех}} = \frac{1}{\frac{1}{K_n} + \frac{60T_{\text{пр}}}{L_{\text{у.о}}} v_{\text{н.н}}};$$

где $L_{\text{у.о}}$ - путь исполнительного органа за рабочий цикл, м.

$$L_{\text{у.о}} = H_{\text{в}} \left(\frac{e_{\text{н}} + e_{\text{в}}}{2d_{\text{к}}} - 1 \right), \text{ м.}$$

$H_{\text{в}} = 2,2$ м. высота проводимой выработки;

$e_{\text{н}} = 3,65$ м. ширина нижнего основания выработки;

$e_{\text{в}} = 3,05$ м. ширина верхнего основания выработки.

$$L_{\text{у.о}} = 2,2 \left(\frac{3,65 + 3,05}{2 \cdot 0,65} - 1 \right) = 9,1 \text{ м}$$

Время простоя комбайна

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{м.о}} + t'_{\text{м.о}} + t_{\text{з.и}}, \text{ мин}$$

Время маневровых операции

$$T_{\text{м.о}} = \frac{B}{v_{\text{н.мак}}} = \frac{0,6}{1,38} = 0,4 \text{ мин,}$$

$t'_{\text{м.о}}$ - удельные затраты времени на маневровые операции

$$t'_{\text{м.о}} = 200 \frac{L_{\text{у.о}} m B a Z_{\text{у.у}}}{Z_{\text{г}} z v_{\text{м}}} = 200 \frac{9,1 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,1}{25 \cdot 18 \cdot 1,38} = 0,35 \text{ мин.}$$

$$v_{\text{н}} = v_{\text{м}} = 1,38 \text{ м/мин,}$$

$t_{\text{з.и}}$ - удельные затраты времени на замену резцов

$$t_{\text{з.и}} = L_{\text{у.о}} m B Z_{\text{у.у}} t_{\text{р}} = 9,1 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 0,1 \cdot 2 = 0,35 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{пр}} = 0,4 + 0,057 + 0,35 = 0,80 \text{ мин}$$

$$K_{\text{тех}} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} + \frac{60 \cdot 0,8}{9,1} \cdot 0,12} = 0,578$$

при $v_{\text{нн}} = v_{\text{н.нмак}} = 0,12$ м/сек.

$$Q_{\text{тех}} = 110 \cdot 0,578 = 63,58 \text{ т/час,}$$

$$\Pi_{\text{тех}} = \frac{Q_{\text{тех}}}{S\gamma_y} = \frac{63,58}{8,5 \cdot 1,3} = 5,75 \text{ м/час.}$$

При работе комбайна ПК-3м в выработках со смешанным забоем расчет производительности должен производиться для угля и породы или по средним показателям $v_{\text{н.у}}$ и $v_{\text{н.п.н}}$, $\gamma_{\text{у}}$ и $\gamma_{\text{п}}$ или $v_{\text{н.п.ср}}$, $\gamma_{\text{ср}}$. При этом техническая производительность комбайна

$$Q_{\text{тех}} = 3600 m B v_{\text{н.п.ср}} \gamma_{\text{ср}} K_{\text{тех}}, \text{ т/час}$$

Средняя скорость поперечной подачи, м/сек

$$v_{n.n.ср} = \frac{Sv_y v_n}{S_y v_n + S_n v_y}, \text{ м/сек.}$$

где S - площадь поперечного сечения проходимой выработки м^2
 $v_y = 0,12$ м/сек, $v_n = 0,06$ м/сек - скорость поперечной подачи исполнительного органа по углю и породе.

$S_y = 4$ м^2 , $S_n = 4,5$ м^2 - площади поперечного сечения угольного и породного забоя.

$$v_{n.n.ср} = \frac{8,5 \cdot 0,12 \cdot 0,06}{4 \cdot 0,06 + 4,5 \cdot 0,12} = 0,078 \text{ м/сек}$$

$$\gamma_{ср} = \frac{\gamma_y S_y + \gamma_n S_n}{S} = \frac{1,3 \cdot 4 + 2,2 \cdot 4,5}{8,5} = 1,8 \text{ т/м}^3$$

$$Q_{mex} = 3600 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 0,078 \cdot 1,8 \cdot K_{mex}, \text{ т/час}$$

$$K_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{K_n} + \frac{60T_{np}}{L_{u.o}} v_{n.n.}}$$

где $L_{u.o} = 9,1$ м - путь исполнительного органа за рабочий цикл

T_{np} - время простоев

$$T_{np} = T_{m.o} + t'_{m.o} + t_{3.o}, \text{ МИН}$$

$$T_{m.o} = \frac{B}{v_n} = \frac{0,6}{1,38} = 0,4 \text{ МИН}$$

$$t'_{m.o} = 200 \frac{L_{u.o} m B Z_{y.ср} Q}{Z_g Z v_n}, \text{ МИН}$$

где $Z_{y.ср}$ - средний удельный расход резцов

$$Z_{y.ср} = \frac{Z_{y.y} S_y + Z_{yn} S_n}{S} = \frac{0,1 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4,5}{8,5} = 0,22 \text{ ШТ/м}^3$$

$$t'_{m.o} = 200 \frac{9,1 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 0,22}{25 \cdot 18 \cdot 1,38} = 0,071 \text{ МИН}$$

$$t_{3.u} = L_{u.o} m B Z_{y.ср} t_p = 9,1 \cdot 0,325 \cdot 0,6 \cdot 0,22 \cdot 2,0 = 0,87 \text{ МИН}$$

$$T_{np} = 0,4 + 0,071 + 0,87 = 1,34 \text{ МИН}$$

$$K_{mex} = \frac{1}{\frac{1}{0,9} + \frac{60 \cdot 1,34}{9,1} 0,078} = 0,58$$

$$Q_{mex} = 99 \cdot 0,58 = 57,3 \text{ т/час}$$

$$\Pi_{mex} = \frac{Q_{mex}}{S \gamma_{ср}} = \frac{57,3}{8,5 \cdot 1,8} = 3,74 \text{ м/час}$$

Эксплуатационная производительность проходческого комбайна (25)

$$Q_3 = Q_{mex} K_3;$$

$$\Pi_3 = \Pi_{mex} K_3;$$

Принимая $K_3 = 0,5$, получим

$$Q_3 = 57,3 \cdot 0,5 = 28,65 \text{ т/час}$$

$$P_3 = 3,74 \cdot 0,5 = 1,87 \text{ м/час.}$$

Полученные результаты производительности показывают, что

$$Q_{теор} > Q_{тех} > Q_3$$

$$P_{теор} > P_{тех} > P_3$$

Производительность струговой установки

Теоретическая (расчетная) производительность струговой установки определяется по выражению

$$Q_{теор} = 60 \cdot H \cdot h \cdot v \cdot \gamma, \text{ т/час,} \quad (13)$$

где H - мощность вынимаемого пласта, м;

h - толщина среза, м;

v - скорость резания струга, м/мин;

γ - плотность вынимаемого пласта, т/м³

Техническая производительность струговой установки определяется по выражению

$$Q_{тех} = Q_{теор} \cdot K_m, \text{ т/час,} \quad (14)$$

где K_m - коэффициент технического совершенства установки ($K_m < 1$), характеризующий возможность её непрерывной работы

$$K_m = \frac{1}{1 + \frac{T_{к.о.} + T_{н.о.} + T_{у.н.}}{T}}; \quad (15)$$

где $T_{к.о.}$ - затраты времени на концевые операции, определяемые хронометражом.

$T_{н.о.}$ - затраты времени на операции, несовмещенные с работой струга (замена резцов и пр) и определяемые

$$T_{н.о.} = HhLz t_p, \text{ мин/цикл,} \quad (16)$$

где L - длина лавы, м;

z - удельный расход резцов, штук/тонну;

t_p - время замены одного резца, мин;

$T_{у.н.}$ - затраты времени на устранение неполадок, мин, определяется по выражению

$$T_{у.н.} = T \left(\frac{1}{K_{э.н}} - 1 \right), \text{ мин/цикл,}$$

T – время съема среза за один проход струга (цикл)

$$T = \frac{L}{v}, \text{ мин,}$$

$K_{э.н}$ - коэффициент эксплуатационной надежности струговой установки.

Эксплуатационная производительность струга.

$$Q_3 = Q_{тех} \cdot K_3, \text{ т/час} \quad (17)$$

K_c - коэффициент непрерывности работы струга. Принимается на основе хронометражных наблюдений.

Производительность выемочных комплексов

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

Теоретическая производительность

Теоретическая производительность комплекса (агрегата) является максимальной, так как определяется в единицу времени непрерывной производительной работы с рабочими параметрами, максимальными для данных условий эксплуатации и определяется по формуле:

$$Q_{теор} = 60m \cdot Bv_n \gamma ; \text{ т/час}, \quad (2.1)$$

где m - средняя мощность пласта, м;

B - ширина захвата массива угля исполнительным органом, м;

v_n - скорость подачи выемочной машины вдоль забоя, м/мин;

γ - плотность угля, т/м³.

По теоретической производительности выемочного комплекса или агрегата, найденной по приведенной выше формуле (2.1) выбирается оборудование всей технологической цепи от выемочного забоя до главной транспортной магистрали.

Техническая производительность

Техническая производительность выемочного комплекса (агрегата) – максимально возможная среднечасовая его производительность при работе в конкретных условиях эксплуатации. Техническая производительность определяется количеством добытого угля в единицу времени с учетом перерывов на выполнение неизбежных вспомогательных операций, присущих данному комплексу.

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

Техническая производительность определяется из уравнения

$$Q_{тех} = Q_{теор} K_m, \text{ т/час}, \quad (2.2)$$

где $K_m < 1$ - коэффициент технически возможной непрерывности работы комплекса (агрегата).

Имея в виду (2.1) получим

$$Q_{тех} = 60mBv_n \gamma \cdot K_m, \text{ т/час}, \quad (2.3)$$

Коэффициент технически возможной непрерывности работы определяется по формуле

$$K_m = \frac{T_m}{T_m + T_{np}}, \quad (2.4)$$

где T_m - время производительной работы выемочной машины комплекса, мин;

T_{np} - время на несовмещенные с работой исполнительного органа вспомогательные операции, присущие комплексу, мин.

$$T_m = \frac{L}{v_n}, \text{ мин.} \quad (2.5)$$

L - длина лавы, м.

$$T_{np} = T_{m.o.} + T_{k.o.} + T_{z.u.} + T_{y.n.}, \text{ мин} \quad (2.6)$$

где $T_{m.o.}$ - затраты времени на несовмещенные маневровые операции в течение цикла, мин;

- при челноковой схеме работы с цепным тяговым органом $T_{m.o.} = 0$;

- при односторонней работе с цепным тяговым органом $T_{m.o.} = \frac{L}{v_n}$, мин;

$T_{k.o.}$ - затраты времени на несовмещенные концевые операции (перемонтаж погрузочного щитка, передвижка приводных и натяжных станции конвейера, смазку и прочие), мин;

По хронометражным данным $T_{k.o.} = 30$ мин;

$T_{z.u.}$ - затраты времени на замену инструмента, мин

При известном удельном расходе рабочего инструмента время на его замену может быть подсчитано по формуле

$$T_{z.u.} = L \cdot m \cdot B \cdot \gamma \cdot Z \cdot t_p, \quad (2.7)$$

где L - длина лавы, м;

m - средняя мощность пласта, м;

B - ширина захвата, м;

γ - плотность угля, т/м³;

Z - удельный расход резцов, шт/т;

t_p - время на замену одного резца, мин.

Удельный расход инструмента зависит от его стойкости, а также от крепости и абразивности угольного пласта. Для наиболее распространенных резцов, армированных твердым сплавом, их расход при работе на мягких углях ($f = 0,7 \div 1,0$) составляет $z = 0,005 - 0,01$ шт/т, углях средней крепости ($f = 1,0 \div 1,5$) $z = 0,010 - 0,10$ шт/т, крепких и весьма крепких углях ($f = 20$ и более) $z = 0,10 - 0,25$ шт/т.

$T_{y.n.}$ - затраты времени на устранение неисправностей в работе комплекса или агрегата могут быть выражены в общем виде формулой

$$T_{y.n.} = \frac{L}{v_n} \left(\frac{1}{K_n} - 1 \right), \quad (2.8)$$

где v_n - скорость подачи комбайна вдоль забоя м/мин;

K_n - коэффициент надежности комбайна, для комбайна 1К-101

$$K_n = 0,8 \div 0,9$$

Эксплуатационная производительность

Эксплуатационная производительность зависит от степени использования технической возможности агрегата в конкретных условиях эксплуатации.

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

$$Q_s = Q_{теор} \cdot K_s \quad (2.9)$$

где K_s - коэффициент непрерывности работы комбайна в процессе эксплуатации в конкретных условиях забоя;

$$K_s = \frac{T}{T + T_{np} + T_{э.о.}}, \quad (2.10)$$

где $T_{э.о.}$ - затраты времени на эксплуатационные операции, зависящие от организационно-технических неувязок и условий эксплуатации, мин.

К ним относятся затраты времени на обмен вагонеток на погрузочном пункте; ожидание порожняка, электроэнергии, задержку в закреплении забоя, устранение вывалов породы и т.д.

Примерно можно принимать $T_{э.о.} = 270 - 580$ мин. на цикл.

Производительность врубовых машин определяется аналогично, учитывая, однако, то обстоятельство, что она измеряется в квадратных метрах пласта, подрубленного в единицу времени, а под шириной захвата при этом понимается полезная глубина вруба.

Контрольные вопросы:

1. Какие производительности имеют проходческие машины?
2. Какие затраты времени имеют машины во время работы?
3. Что входит в эксплуатационные затраты времени?

Используемые литературы:

1. S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 107-114
2. Мазей А.С. Горные машины. Методические указания к практическим занятиям. – Алматы.:КазПТИ, 2001.

Практическое занятие №2

Определение основных показателей подземных погрузочных машин периодического действия типа ППН

Цель работы: Изучение методы определения основных показателей подземных погрузочных машин периодического действия типа ППН.

Постановка задачи:

$W_э$ – сопротивление экскавации (сопротивление внедрению ковша), Н;
 $P_{тех}$ – техническую производительность погрузочной машины, м³/мин;
 G_m – вес машины по сцеплению колес, Н;
 $F_{т.сц}$ – силу тяги по сцепному весу, Н;
 N_x – мощность двигателя хода, кВт;
 $W_о$ – сопротивление движению машины, Н;
 W_y – сопротивление от уклона пути, Н;
 $W_{п}$ – сопротивление кривой, Н;
 $W_{и}$ – сопротивление инерции, Н;
 $N_{пк}$ – мощность двигателя подъема ковша, кВт.

K_F - Удельное сопротивление внедрению ковша, Н/м²

h - Толщина зачерпываемого слоя, м

b - Ширина ковша, м

k_f - Коэффициент формы ковша

η_x - КПД механизма хода

E - Емкость ковша, м³

k_n - Коэффициент наполнения ковша

k_p - Коэффициент разрыхления

k_k - Коэффициент кусковатости

γ - Плотность погружаемых пород, кг/м³

t_c - Время погрузки одного сосуда, с

$\psi_{сц}$ - Коэффициент сцепления колес с рельсами

V_p - Скорость машины при внедрении ковша в отбитую массу, м/с

α - Уклон пути, град

D - Диаметр колес, м

G_b - Вес вагона с грузом, Н

Общие сведения:

Ковшовые погрузочные машины предназначены для механизированной погрузки разрыхленной горной массы в вагонетки, на конвейеры и другие транспортные средства при проведении горных выработок.

По способу погрузки они делятся на машины периодического действия с нижним захватом - ППН, с боковым - ППБ, верхним - ППВ, а также с прямой погрузкой (непосредственно из ковша в транспортные средства) и ступенчатой (через перегрузочный конвейер), т.е. ковш разгружается сначала на конвейер, а с конвейера - в транспортные средства.

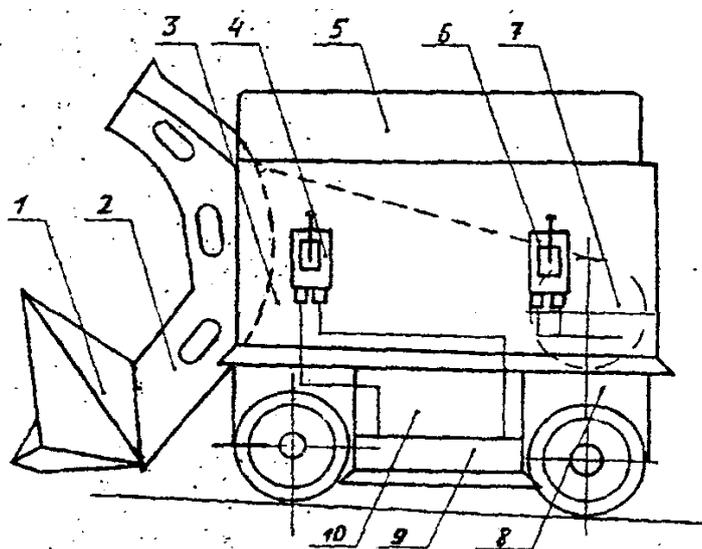


Рисунок 1 - Погрузочная машина типа ППН-3

1 - ковш; 2 - кулиса; 3 - корпус; 4 - коробка управления ходовой частью; 5 - ограждение; 6 - коробка управления механизмом подъема ков; 7 - механизм подъема ковша с пневмодвигателем; 8 - ходовая часть; 9- подножка машиниста; 10 - пневмодвигатель хода (2 штуки; у остальных одному)

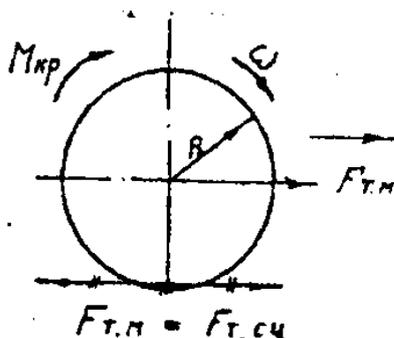


Рисунок 2 - К определению силы тяги погрузочной машины

Расчет параметров машины

Сопротивление внедрению ковша определяется по формуле:

$$W_3 = \frac{K_F \cdot b \cdot h}{k_\phi \cdot k_K}, \text{ Н} \quad (1)$$

где: K_F , h , b , k_ϕ , k_K – смотреть в расшифровке исходных данных.

Техническая производительность определяется по формуле:

$$P_{\text{тех}} = \frac{60 \cdot E \cdot k_H}{t_{\text{ц}} \cdot k_P}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (2)$$

где: k_H и k_P – коэффициенты наполнения ковша и разрыхления.

Вес машины по сцеплению колёс определяется по формуле:

$$G_M = \frac{W_3}{\psi_{\text{сц}}}, \text{ Н} \quad (3)$$

где: $\psi_{\text{сц}}$ – коэффициент сцепления колес с рельсами.

Сила тяги по сцепному весу определяется по формуле:

$$F_{\text{т.сч}} = \psi_{\text{сч}} \cdot G_M, \text{ Н} \quad (4)$$

Мощность двигателей хода определяется по формуле:

$$N_X = k_3 \cdot \frac{V_P \cdot W_3}{10^3 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (5)$$

где: $k_3 = 1,2$ – коэффициент запаса мощности двигателей хода.

Сопротивление движению машины определяется по формуле:

$$W_0 = (G_M + G_B) \cdot \omega_0, \text{ Н} \quad (6)$$

где: G_M – вес машины по сцепному весу, Н;

G_B – вес вагона с грузом, Н;

$\omega_0 = 0,016$ – коэффициент трения в буксах колес (подшипники качения).

Сопротивление от уклона пути определяется по формуле:

$$W_y = (G_m + G_b) \cdot \sin \alpha, \text{ Н} \quad (7)$$

где: α – уклон пути, град.

Соппротивление криволинейной части пути определяется по формуле:

$$W_k = 0,3 \cdot W_o, \text{ Н} \quad (8)$$

Соппротивление инерции

$$W_u = k_u \cdot (G_m + G_b) \cdot \frac{V_m^2}{2 \cdot g \cdot S}, \text{ Н} \quad (9)$$

где: $V_m = 1,25$ м/с – скорость машины маневровая;
 $g = 9,81$ м/с² – ускорение силы тяжести;
 $S = 0,5$ м – путь, проходимый машиной при заполнении ковша;
 $k_u = 0,1$ – коэффициент инерции.

Суммарное соппротивление

$$\sum W = W_o + W_y \pm W_k \pm W_u, \text{ Н} \quad (10)$$

и, если W_u имеет «←»; $W_y = \leftarrow$; $W_k = 0$, тогда $W_u \cong 0$, следовательно,
 $\sum W = W_o$

Правильность найденных значений веса машины (G_m) и мощность ее привада (N_x) проверяются условием равенства сил тяги по мотору (F_{tm}) и сцеплению ($F_{т.сц}$). Для этого определяем F_{tm} (рисунок 2):

$$F_{tm} = \frac{10^3 \cdot N_x \cdot \eta_x}{V_p}, \text{ Н} \quad (11)$$

$$\text{или } F_{tm} = \frac{M_{кр}}{R}, \text{ Н} \quad (12)$$

где: $M_{кр} = \frac{10^3 \cdot N_x \cdot \eta_x}{\omega_k}$, Н·м – крутящий момент колеса машины;

(13)

$\omega_k = \frac{\pi \cdot n_k}{30}$, с⁻¹ – угловая частота вращения колеса;

(14) $n_k = \frac{60 \cdot V_p}{\pi \cdot D}$, мин⁻¹ – частота вращения колеса;

(15)

$D = 2 \cdot R$ – диаметр колеса, м.

Таким образом, $F_{tm} = F_{т.сц}$.

Мощность двигателя подъема ковша

$$N_{нк} = \frac{P_{тех} \cdot \gamma \cdot g \cdot H \cdot K_m}{60 \cdot 10^3 \cdot \eta_n}, \text{ кВт} \quad (16)$$

где: $P_{тех} = 2 \text{ м}^3/\text{мин}$ – производительность машины;

γ – плотность пород, $\text{кг}/\text{м}^3$

$H = 3 \text{ м}$ – высота подъема ковша;

$K_m = 1,8 \dots 2,0$ – коэффициент тары ковша;

$\eta_n = 0,6$ – КПД механизма подъема ковша;

3-практическая занятия: Методы определения производительностей и основных параметров буровых машин

Цель работы: Изучение методы определение основных показателей буровых станков, выбор компрессора для бурового станка.

Постановка задачи:

Расчёт технической и эксплуатационной производительности буровых машин. К основным факторам, влияющим на производительность буровых станков относятся следующие:

1. Трудность разрушение горной массы, которая оценивается категорией породы и ее состоянием;
2. Технические данные, состояние и конструктивно-производственная надежность станков;
3. Квалификация машиниста;
4. Организация работ, зависящая от своевременного снабжения топливом, энергией, запасными частями и т.п.

Эксплуатационная производительность определяется с учётом потерь времени по организационным причинам

$$Q_{б.с.} = \frac{60 \cdot T_{см} \cdot K_u}{t_{осн} + t_{всп}} \quad (3.1)$$

где $T_{см}$ – время смены, час;

K_u – коэффициент использования станка в течение смены, $0,5 \div 0,6$;

$t_{осн}$ – время на бурение одного метра скважины, мин/м;

$t_{всп}$ – время на вспомогательные операции, мин/м.

Время на бурение одного метра скважины

$$t_{осн} = \frac{1}{V_{б}} \quad (3.2)$$

где $V_{б}$ – техническая скорость бурения, м/мин.

Для станков шарошечного бурения она равна

$$V_{\delta} = \frac{3 \cdot P_{oc} \cdot n_{\delta}}{10^4 \cdot \Pi_{\delta} \cdot D_c^2} \quad (3.3)$$

Шнекового бурения

$$V_{\delta} = \frac{1.5 \cdot P_{oc} \cdot n_{\delta}}{10^2 \cdot \Pi_{\delta}^2 \cdot D_c^2} \quad (3.4)$$

Ударно-вращательного бурения

$$V_{\delta} = \frac{6 \cdot N_n}{10^3 \cdot \Pi_{\delta} \cdot D_c^2 \cdot K_{\phi}} \quad (3.5)$$

где P_{oc} – осевое усилие подачи, кН;
 n_{δ} – частота вращения бурового става, об/сек;
 N_n – мощность пневмоударника, кВт;
 Π_{δ} – показатель трудности бурения, условно принимаем, $\Pi_{\delta} = f$;
 D_c – диаметр скважины, м;
 K_{ϕ} – коэффициент, учитывающий форму коронки (для трехпёрых 1, для крестовых 1,1; для штыревых 1,15).

К вспомогательным операциям относятся:

- 1) подъём и разборка бурового става;
- 2) наращивание штанг при бурении;
- 3) переезд и установка станка на скважину;
- 4) перенос кабеля;
- 5) замена долота;
- 6) перехват гидропатрона;

На практике 2÷4 мин/м.

Шарошечное долото эффективно разрушает породу при высоких осевых нагрузках. С увеличением осевой нагрузки скорость бурения увеличивается. Однако верхний предел осевой нагрузки определяется прочностью шарошечного долота и его можно определить

$$P_{oc} = (60 \div 70) \cdot f \cdot D_{скв} \cdot 10^3 \quad (3.6)$$

где f – коэффициент крепости по шкале профессора М.М. Протодяконова;

$D_{скв}$ – диаметр скважины, м.

Рекомендуемые режимы бурения с учетом диаметра и типа долота приведены в таблице 3.3.

При ударно-вращательном бурении с погружным пневмоударником важно иметь частоту вращения долота такой, чтобы поворот лезвий между ударами обеспечивал скалывающий характер разрушения породы. Оптимальные значения угла поворота определяются опытным путем и составляют 2-6°. Чем выше крепость буримых пород, тем меньше должен быть угол поворота.

Скорость вращения долота

$$n_{\epsilon} = \frac{N_y \cdot \beta \cdot z}{360} \quad (3.10)$$

где N_y – собственная частота пневмоударника, уд/мин;
 β – угол поворота долота между ударами, град;
 z – число лезвий долота.

Таблица 3.3 – Режим бурения шарошечных долот

Диаметр долота, см	Коэффициент крепости породы, f	Частота вращения долота, об/мин
16 и 20	4-6	150-160
	6-10	140-160
	10-12	120-130
	12-14	105-120
	14-16	80-110
25	6-10	140
	10-12	110
	12-14	88
	14-16	81
	16-18	72
32	10-12	110
	12-14	95
	14-16	80
	16-18	75

При ударно-вращательном бурении статическое усилие на коронку принимается в зависимости от типа пневмоударника. При небольшой осевой нагрузке при каждом ударном импульсе коронка отскакивает от забоя, что снижает скорость бурения. При высоком осевом усилии возникают большие силы трения коронки о забой скважины, что также увеличивает расход энергии вращателя.

Принимая частоту вращения при вращательном бурении режущими долотами, важно обеспечивать не только оптимальный процесс разрушения коронкой породы забоя, но также обеспечить условия выноса шнеком разрушенной породы из скважины. Критическое значение частоты вращения станков шнекового бурения

$$n_o = \frac{30}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{g \cdot (\sin \alpha + f_1 \cdot \cos \alpha)}{R \cdot f_2}} \quad (3.11)$$

где α – угол наклона спирали шнека, градус;
 f_1 – коэффициент трения породы о шнек;
 R – радиус шнека;
 f_2 – коэффициент трения породы о породу.

Необходимая частота вращения шнека должна превышать критическое значение.

Осевое усилие станков вращательного бурения режущими долотами определяется аналогично станкам шарошечного бурения (формула 3.9) и она должна превышать значение, рассчитанное по формуле ²⁶

$$P_{oc} = 5 \cdot \pi \cdot F_3 \quad (3.12)$$

где F_3 – площадка затупления коронки, $0,5 \div 3 \text{ см}^2$.

Определение расхода воздуха

Очистку забоя скважины газообразными агентами целесообразно применять в районах распространения многолетней мерзлоты, в безводных, пустынных и высокогорных районах, а также при бурении разрезов (при отсутствии водопритоков в них), сложенных нелипкими и несypучими породами, устойчивыми и пучающимися под влиянием промывочной жидкости.

В практике бурения для продувки скважин могут быть использованы сжатый воздух, естественный газ, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания и пены. Обладая малой вязкостью и плотностью, газообразные агенты позволяют сравнительно легко создавать высокие скорости движения воздуха по сравнению с промывочными агентами, что является важнейшей функцией продувки.

Процесс движения газообразной среды в циркуляционной системе скважины со значительными перепадами давления принципиально отличается от процесса движения несжимаемой жидкости (бурового раствора). Поэтому расчетные соотношения, приведенные в предыдущем разделе, не пригодны для расчетов продувки.

При нормальных атмосферных условиях ($p_k = p_0 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$; $T_{cp} = T_0 = 273 \text{ К}$), объемный расход воздуха вычисляется по формуле (в м³/мин)

$$Q_0 = \frac{\pi}{4} (D_c^2 - d^2) \cdot v_s \cdot 60 \quad (1)$$

²⁶ S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 135-142

где D_c и d - соответственно диаметры скважины и бурильных труб, м; $v_э$ - эквивалентная скорость восходящего потока воздуха,

$$v_э = v_{в.ч} + u \quad (2)$$

$v_{в.ч}$ - скорость витания частиц, u - скорость выноса выбуренной породы, принимаемая равной $u = 0,2 v_{в.ч}$ отсюда

$$v_э = v_{в.ч} + 0,2 v_{в.ч} \quad (3)$$

При бурении геологоразведочных скважин расход воздуха (в м³/мин) определяют по формуле

$$Q = K \frac{\pi}{4} (D_c^2 - d^2) v \quad (1a)$$

где K - коэффициент, учитывающий неравномерность скорости потока по стволу из-за местной повышенной разработки, наличия каверн и водопритокков в скважину ($K = 1,3 \div 1,5$); D_c - диаметр скважины с учетом ее разработки, м; d - диаметр бурильных труб, м.

Ориентировочно скорость восходящего потока воздуха (газа) принимают в следующих пределах: при бурении твердосплавными коронками 10-12 м/с; при алмазном бурении 15-18 м/с. Для бурения сплошным забоем в условиях «сухого» разреза скважины большинство отечественных и зарубежных исследователей при расчетах принимают $v_э = 15-25$ м/с.

Скорость витания определяется по формуле Риттингера

$$v_{в.ч} = \sqrt{4g/3k_c} \sqrt{\rho_n d_{ч} / \rho_0} \quad (4)$$

где $d_{ч}$ - диаметр наибольших частиц шлама, подлежащих выносу.

Шлам, вынесенный на поверхность при бурении с продувкой в основном является пылевидным, а частицы размером более 3-5 мм имеют призматическую форму, что обеспечивает их транспортирование. По данным американских специалистов для частиц призматической формы k_c составляет 0,805 (песчаник) и 1,40 (известняк).

Диаметр наиболее крупных частиц породы для турбулентного их обтекания

$$d_{ч} = v_э^2 \frac{3k_c}{4g} \frac{\rho_0}{\rho_n - \rho_0} \quad (5)$$

На больших глубинах давление и, следовательно, плотность воздуха возрастают, поэтому объемный расход воздуха, достаточный для транспортирования шлама из наиболее трудных условий (на забое, или непосредственно над УБТ), определяется из выражения

$$Q = Q_0 k_1 \quad (6)$$

где k_1 - коэффициент, учитывающий уменьшение подъемной силы восходящего потока воздуха в зависимости от глубины скважины, вследствие потерь давления в кольцевом пространстве.

Значения коэффициента k_1 (при геологоразведочном бурении) ориентировочно могут быть приняты по данным *табл. 15.1* или рассчитаны по формуле

$$k_1 = \sqrt{p_z/p_y} \quad (7)$$

p_z, p_y - давление воздуха на забое и устье скважины.

В условиях малых и средних водопротоков Q необходимо увеличить (по сравнению с расчетным для «сухого» разреза) на 20-50%.

Бурение разведочных скважин с отбором керна и продувкой возможно и при подаче воздуха значительно меньше расчетной. При этом шлам из скважины удаляют при помощи шламовых труб. Необходимую минимальную подачу воздуха в этом случае рассчитывают по зазору между стенками скважины и колонковой и шламовой труб.

Для расчета расхода воздуха за рубежом используется методика Энджела, согласно которой

$$Q = Q_0 + k_{vm}L, \quad (8)$$

где Q_0 - расход воздуха без учета влияния глубины скважины L и механической скорости бурения (в м³/мин); k_{vm} - поправочный коэффициент, учитывающий увеличение расхода воздуха в зависимости от v_m , диаметра скважины и бурильных труб.

Таблица 1 Значения коэффициента k_1

Диаметр скважины/наружный диаметр бурильных труб, мм	Скорость восходящего потока м/с	Коэффициент при глубине скважин, м									
		200	300	400	500	600	700	800	900	1000	
94/50	10-15	1,06	1,08	1,08	1,09	1,11	1,13	1,15	1,17	1,18	
114/50	10-15	1,05	1,07	1,10	1,11	1,14	1,16	1,18	1,22	1,22	
134/63,5	10-15	1,04	1,06	1,08	1,11	1,12	1,14	1,15	1,17	1,19	
154/63,5	10-15	1,03	1,05	1,07	1,08	1,11	1,13	1,15	1,17	1,16	

Пример расчета

Пример 1. Найти диаметр наиболее крупных частиц шлама сферической формы для следующих условий: $v_z=16$ м/с; $\rho_{п}=2600$ кг/м³.

Решение. Приняв $k_c=0,5$ по формуле (5)

$$d_v = 16^2 \frac{3 \cdot 0,5}{4 \cdot 9,81} \frac{1,21}{2600 - 1,21} = 0,00455 \text{ м} = 4,55 \text{ мм}$$

Пример 2. Определить расход воздуха для бурения скважины глубиной $L=300$ м, диаметром $D_c=0,134$ м твердосплавными коронками и бурильными трубами $63,5 \cdot 10^{-3}$ м при скорости восходящего потока воздуха $v_b=15$ м/с. Интенсивность водопротоков средняя.

Решение. Требуемое количество воздуха определим по формуле (1,а). Поскольку интенсивность водопротоков средняя, примем $k=1,5$. Тогда

$$Q_0 = 1,5 \cdot \frac{3,14}{4} (0,134^2 - 0,0635^2) \cdot 60 \cdot 15 = 14,8 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Из табл. 1 находим $k_1 = 1,06$. Тогда по формуле (6)
 $Q = 14,8 \cdot 1,06 \approx 15,7 \text{ м}^3/\text{мин}$.

Контрольные вопросы

1. Обосновать выбор типа бурения скважины?
2. Как рассчитывается скорость бурения?

Используемые литературы

1. S. Fiscor. A New World order for Mining OEMs. Cat integrates Bucyrus unveils its future intentions. E&MJ October 2011. p. 135-142

V. БАНК КЕЙСОВ

КЕЙС №1

Пути решения оптимизационных задач общей динамики буровых долот

Цель работы: Решения оптимизации динамики бурения взрывных скважин.

Проблема задачи: Определение динамики резания горных пород шарошками при бурении взрывных скважин.

Исходные данные:

1. Изучение бурения буровыми долотами;
2. Оптимизация динамики буровых долот.

Порядок выполнения работы:

Исследование в области затрат энергии динамических систем от сил сопротивления движения

Предлагаемое исследование относится к механики, в частности, к разделу динамики систем, функционирующих в среде сопротивления.

Как известно, классическая механика базируется на постулатах в форме законов и принципов.

«Механику принято разделять на кинематику и кинетику. В кинетике изучается движение тел с геометрической точки зрения без учета причин, вызывающих изменений этого движения, т.е. сил. По существу кинематика представляет собой геометрию движущихся пространственных объектов или геометрию четырех измерений, причем четвертым измерением является время.

Кинетика посвящена изучению движения материальных тел в зависимости от действия на них сил и разделяется на статику - изучение о равновесии тел под действием на них сил и динамику - учение о движении под действием сил. В динамике решается наиболее общая

задача теоретической механики, а именно: по данным силам, действующим на тело, определить движение этого тела и, наоборот, по данному движению тела найти силы на него действующие» [1, 2].

Исторически наиболее ранним принципом динамики является принцип Мопертюи-Лагранжа в следующей формулировке:

«Действительное движение голономной консервативной системы между двумя заданными конфигурациями A и B отличается от кинематических возможных движений, совершаемых между теми же конфигурациями и с той же полной энергией тем, что для действительного движения полная вариация действия по Лагранжу равна нулю».

Математически это означает, что для действительного движения

$$\Delta \int_0^{t_1} 2T dt \equiv W = 0$$

Функция

$$W = \int_0^{t_1} 2T dt = \int_0^{t_1} \sum_{j=1}^n m_j v_j^2 dt$$

называется действием по Лагранжу и является всегда положительной и ограниченной только снизу.

где T - кинетическая энергия, нм/сек;

m - масса, н;

v - скорость, м/сек;

t - время, сек;

n - количество частиц, шт.

Основоположником же этого принципа был Мопертюи (1744 год) со следующей формулировкой.

«Для действительного движения частицы интеграл от $v ds$, взятый по отрезку траектории между двумя какими-либо ее точками, есть минимум по сравнению с такими же интегралами, взятыми по отрезкам других кривых, проведенными между теми же точками».

Интеграл $\int v ds$, где v – скорость частицы, Мопертюи назвал «действием», а сам принцип - принципом наименьшего действия.

Позже этому вопросу были посвящены работы Эйлера, Гамильтона, Якоби, принципы которых сейчас являются частными случаями принципа Мопертюи-Лагранжа, т.е. без полных вариаций.

Несмотря на безупречность, теоретическую достоверность и огромный вклад в научное мировоззрение этих принципов на динамические процессы, остаются все-таки вопросы, связанные с конкретикой поведения динамических систем: с возможной вариацией режимов движения этих систем; с возможностью и путями переходов динамических систем из одних режимов движения в другие; со

сравнительными затратами энергии динамических систем в средах сопротивления в разных режимах движения и т.д.

Эти и другие подобные им вопросы возникают в силу того, что этих принципов оказалось недостаточно для объяснения таких, например, явлений и эффектов, как многогранная форма образования поперечных сечений рассверливаемых отверстий и буримых скважин с закономерностью - n - лезвий, $n+1$ - грань поперечного сечения отверстия [3, 4], как гидродинамические эффекты, например, эффекта Сегре-Зильберберга [5], таких как наличие критических оборотов быстровращающихся валов с дисками [6].

Сюда же можно отнести и циклонические процессы, зарождающиеся на полюсах Земли [7], которые по меткому выражению метеорологов называют «кухнями погоды» и многое другое, что связано с функционированием динамических систем.

С целью теоретического исследования в этом плане построим функцию затрат энергии от сил сопротивления движения выступов, размещенных на торце диска, вращающегося на шероховатой поверхности в трех возможных режимах движения: в центричном, эксцентричном и бицентричном (рис. 5.1).

При вычислениях примем:

1. Диск диаметром 20 единиц длины.
2. Выступов на торце диска 20: по 10 штук на вертикальном и горизонтальном диаметрах.
3. Выступы размещены с шагом в две единицы.
4. Площади торцов диска примем за единицу.
5. Силы сопротивления движению выступов на всем пути их контакта с шероховатой поверхностью постоянны.
6. Время движения выступов ограничено одним оборотом диска вокруг неподвижного центра.
7. Скорости вращения дисков вокруг неподвижных центров в заданном промежутке времени и режиме постоянны.

Иначе говоря, поскольку нам будет необходим лишь сравнительный анализ энергий при различных режимах функционирования той или иной механической системы, то ограничимся только их путями контакта, которые определяют в прямой зависимости энергозатраты в тех или иных режимах функционирования.

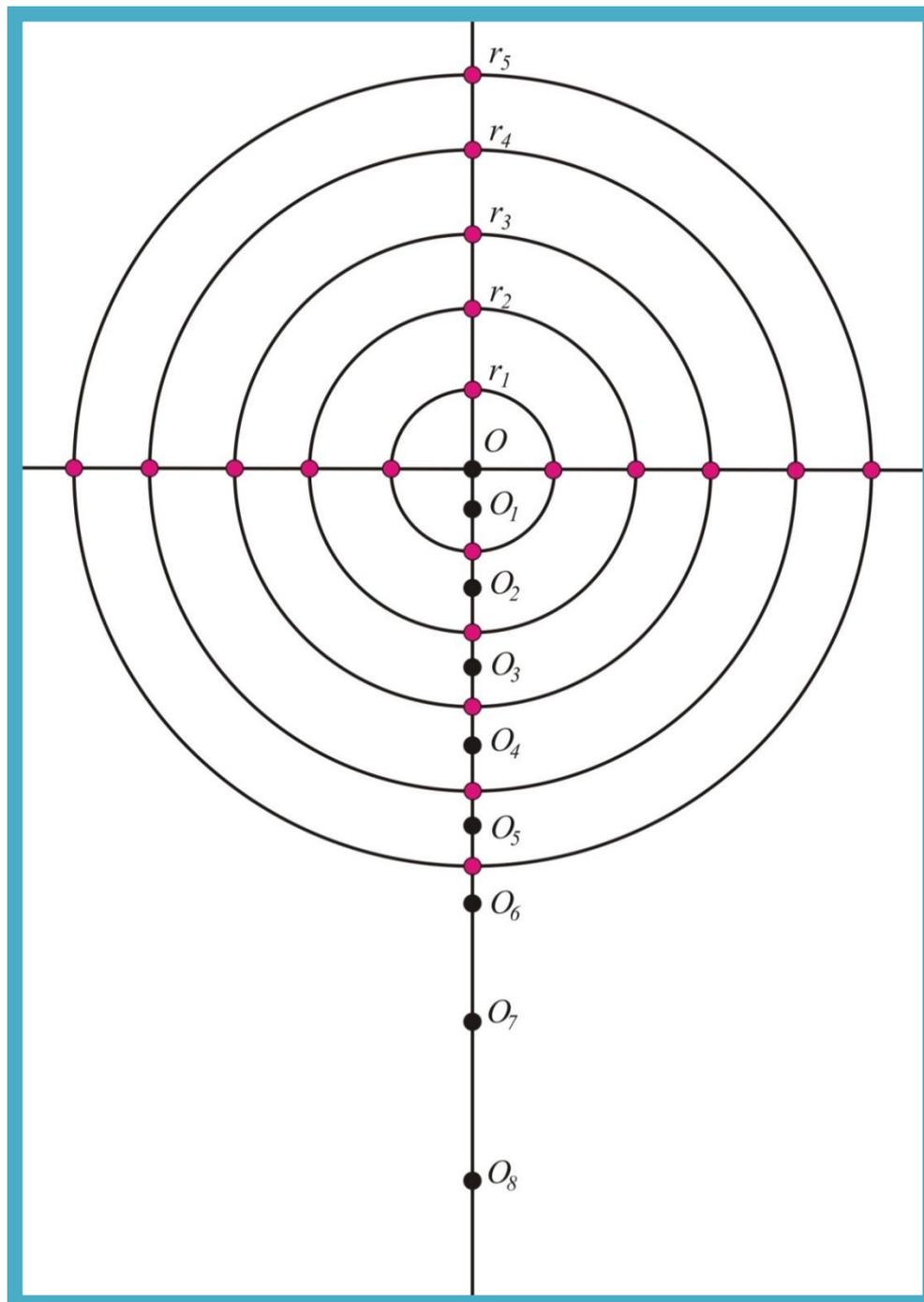


Рис. 1. Схема диска с выступами, контактирующими с шероховатой поверхностью, для вычисления их путей контакта в центричном, эксцентричном и бицентричном режимах вращения

Исследование в области затрат энергии динамических систем от сил сопротивления движения

Предлагаемое исследование относится к механики, в частности, к разделу динамики систем, функционирующих в среде сопротивления.

Как известно, классическая механика базируется на постулатах в форме законов и принципов.

«Механику принято разделять на кинематику и кинетику. В кинетике изучается движение тел с геометрической точки зрения без

учета причин, вызывающих изменений этого движения, т.е. сил. По существу кинематика представляет собой геометрию движущихся пространственных объектов или геометрию четырех измерений, причем четвертым измерением является время.

Кинетика посвящена изучению движения материальных тел в зависимости от действия на них сил и разделяется на статику - изучение о равновесии тел под действием на них сил и динамику - учение о движении под действием сил. В динамике решается наиболее общая задача теоретической механики, а именно: по данным силам, действующим на тело, определить движение этого тела и, наоборот, по данному движению тела найти силы на него действующие» [1, 2].

Исторически наиболее ранним принципом динамики является принцип Мопертюи-Лагранжа в следующей формулировке:

«Действительное движение голономной консервативной системы между двумя заданными конфигурациями A и B отличается от кинематических возможных движений, совершаемых между теми же конфигурациями и с той же полной энергией тем, что для действительного движения полная вариация действия по Лагранжу равна нулю».

Математически это означает, что для действительного движения

$$\Delta \int_0^{t_1} 2T dt \equiv W = 0$$

Функция

$$W = \int_0^{t_1} 2T dt = \int_0^{t_1} \sum_{j=1}^n m_j v_j^2 dt$$

называется действием по Лагранжу и является всегда положительной и ограниченной только снизу.

где T - кинетическая энергия, нм/сек;

m - масса, н;

v - скорость, м/сек;

t - время, сек;

n - количество частиц, шт.

Основоположником же этого принципа был Мопертюи (1744 год) со следующей формулировкой.

«Для действительного движения частицы интеграл от $v ds$, взятый по отрезку траектории между двумя какими-либо ее точками, есть минимум по сравнению с такими же интегралами, взятыми по отрезкам других кривых, проведенными между теми же точками».

Интеграл $\int v ds$, где v – скорость частицы, Мопертюи назвал «действием», а сам принцип - принципом наименьшего действия.

Позже этому вопросу были посвящены работы Эйлера, Гамильтона, Якоби, принципы которых сейчас являются частными случаями принципа Мопертюи-Лагранжа, т.е. без полных вариаций.

Несмотря на безупречность, теоретическую достоверность и огромный вклад в научное мировоззрение этих принципов на динамические процессы, остаются все-таки вопросы, связанные с конкретикой поведения динамических систем: с возможной вариацией режимов движения этих систем; с возможностью и путями переходов динамических систем из одних режимов движения в другие; со сравнительными затратами энергии динамических систем в средах сопротивления в разных режимах движения и т.д.

Эти и другие подобные им вопросы возникают в силу того, что этих принципов оказалось недостаточно для объяснения таких, например, явлений и эффектов, как многогранная форма образования поперечных сечений рассверливаемых отверстий и буримых скважин с закономерностью - n - лезвий, $n+1$ - грань поперечного сечения отверстия [3, 4], как гидродинамические эффекты, например, эффекта Сегре-Зильберберга [5], таких как наличие критических оборотов быстровращающихся валов с дисками [6].

Сюда же можно отнести и циклонические процессы, зарождающиеся на полюсах Земли [7], которые по меткому выражению метеорологов называют «кухнями погоды» и многое другое, что связано с функционированием динамических систем.

С целью теоретического исследования в этом плане построим функцию затрат энергии от сил сопротивления движения выступов, размещенных на торце диска, вращающегося на шероховатой поверхности в трех возможных режимах движения: в центричном, эксцентричном и бицентричном (рис. 5.1).

При вычислениях примем:

1. Диск диаметром 20 единиц длины.
2. Выступов на торце диска 20: по 10 штук на вертикальном и горизонтальном диаметрах.
3. Выступы размещены с шагом в две единицы.
4. Площади торцов диска примем за единицу.
5. Силы сопротивления движению выступов на всем пути их контакта с шероховатой поверхностью постоянны.
6. Время движения выступов ограничено одним оборотом диска вокруг неподвижного центра.
7. Скорости вращения дисков вокруг неподвижных центров в заданном промежутке времени и режиме постоянны.

Иначе говоря, поскольку нам будет необходим лишь сравнительный анализ энергий при различных режимах функционирования той или иной механической системы, то ограничимся только их путями контакта, которые определяют в прямой зависимости энергозатраты в тех или иных режимах функционирования.

Повышение технологической надежности карьерных экскаваторов

Цель работы: Повышение технологической надежности карьерных экскаваторов

Проблема задачи: *Определение последовательность ремонта и объем работы при ремонте карьерных экскаваторов типа ЭКГ.*

Исходные данные:

1. *Проблемы повышения технологической надежности карьерных экскаваторов;*
2. *Анализ технического состояния действующего экскаваторного парка.*

Порядок выполнения работы

Эффективное использование оборудования по назначению, повышение качества ремонта горного оборудования и квалификации машинистов, водителей, ремонтников, а также совершенствование системы технического обслуживания и ремонта– острые проблемы горнодобывающих предприятий.

Причем в качестве главной проблемы все-таки следует назвать обеспечение высокой технологичности горного оборудования при ремонтах, т.е. совокупность свойств, позволяющих добиться оптимальных затрат времени, труда и средств при ремонтах, исходя из показателей качества, объема производства и условий выполняемых работ. Необходимость научного подхода к решению данной задачи вызвана еще и тем, что на предприятиях горной промышленности в ремонтной службе ощущается острый недостаток запчастей, специального оборудования.

Техническое состояние промышленной продукции, каковой являются

карьерные экскаваторы, оценивается количественными характеристиками од-ного или нескольких свойств продукции, составляющих ее качество.

Различают следующие показатели качества продукции:

единичный, если он характеризует только одно из свойств продукции;

комплексный, если он характеризует несколько ее свойств;

определяющий– показатель качества продукции, по которому принимают решение оценивать ее качество;

интегральный– отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

Примерами единичных показателей могут служить наработка на отказ T_0 ,

ресурс, уровень вибрации и др. Нарботка на отказ– это среднее время бесперебойной работы между соседними отказами– для ремонтируемых изделий:

$$T_0 = 1/n_{to} \sum_{i=1}^{nt} T_{oi},$$

где T_{oi} – промежутки времени между отказами;
 n_{to} – количество промежутков времени между отказами.

Примером комплексного показателя может быть коэффициент готовности K_r , т.к. он характеризует одновременно безотказность(наработку на отказ T_0) и ремонтпригодность (среднее время восстановления T_v). Коэффициент готовности имеет физический смысл– вероятность того, что изделие окажется работоспособным в любой промежуток времени между периодами планового технического обслуживания.

$$K_r = T_0 / (T_0 + T_v).$$

Интегральный показатель качества J продукции может быть вычислен по формуле:

$$J = \frac{\mathcal{E}}{Z_c \frac{(1+E_n)^t}{\sum_{i=1}^t (1+E_n)^i} + Z_3(t)},$$

где \mathcal{E} – суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции;

Z_c – суммарные затраты на создание продукции;

t – срок службы продукции, лет;

Z_3 – суммарные затраты на эксплуатацию продукции (техническое обслуживание, ремонт);

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности.

Для решения практических задач, связанных с количественной оценкой качества продукции, применяется ограниченная совокупность показателей качества, регламентированных ГОСТ четвертой группы и РД50-64-84.

Выбор вида представления показателей качества зависит от того, сравниваются ли машины одного типоразмера, одного типа разных типоразмеров или машины разных типов и типоразмеров одного функционального назначения.

КЕЙС №3

Обоснование рациональной производительности экскаваторов-мехлопат в различных условиях эксплуатации на угледобывающих предприятиях

Цель работы: Повышение рабочих параметров экскаваторов посредством обеспечения их рациональной производительности в различных условиях эксплуатации.

Проблема задачи: Определение оптимальных параметров работы экскаваторов для разных разрезов.

Исходные данные:

1. Обосновать критерий эффективности использования экскаваторов-мехлопат в различных условиях эксплуатации.;
2. Выявить условия эксплуатации, существенно влияющие на надежность экскаваторов-мехлопат.

Порядок выполнения работы

Сравнительный анализ структуры календарного фонда времени эксплуатации экскаваторов-мехлопат по отчетности предприятий и структуры календарного фонда времени эксплуатации этих машин, выявленной на основе хронометражных данных, позволил установить, что на этих угольных разрезах не учитывается значительная часть времени простоев горных машин и время технологически не обоснованного их использования как в системе производственной эксплуатации, так и в системе технического обслуживания и ремонта. Анализ использования экскаваторов-мехлопат в процессах производственной эксплуатации и технического обслуживания и ремонта позволил уточнить структуру календарного фонда времени их работы и выделить функциональное время использования этих машин. Это дает возможность выявить резервы повышения производительности оборудования.

Под функциональным временем производственной эксплуатации понимается время, в течение которого оборудование выполняет свою функцию с рациональными параметрами; под функциональным временем технического обслуживания и ремонта экскаватора время, в течение которого эти процессы осуществляются с рациональными параметрами.

Функциональное время производственной эксплуатации и функциональное время технического обслуживания и ремонта определяются следующим образом:

1. Функциональное время производственной эксплуатации экскаватора

$$T_{пз}^{\phi} = \frac{V}{Q_{ч}^r}, \text{ ч,}$$

где V—фактически выполненные объемы экскавации, м³; Q—техническая производительность экскаваторов-мехлопат при рациональных

параметрах технологических процессов в системе производственной эксплуатации, м³/ч.

$$Q_{\text{ч}}^T = \frac{3600}{T_{\text{ц}} \times K_o} \times E_{\text{к}} \times K_{\text{э}} \times K_{\text{всп}}, \text{ М}^3/\text{ч},$$

Где: $T_{\text{ц}}$ — продолжительность цикла, с;

K_o — коэффициент, учитывающий технологическое время обмена транспорта;

$E_{\text{к}}$ — емкость ковша экскаватора, м³;

$K_{\text{э}}$ — коэффициент экскавации горной массы;

$K_{\text{всп}}$ — коэффициент, учитывающий рациональное время перегона экскаватора, зачистки рабочей площадки, взрывания горной массы.

Анализ структуры календарного фонда времени экскаваторов -мехлопат показывает, что эффективность его использования в системе производственной эксплуатации находится в интервале 0,30 -0,34, а в системе технического обслуживания и ремонта – 0,12-0,15. В результате сравнения этих значений видно, что в системе производственной эксплуатации экскаваторов-мехлопат эффективность использования времени значительно (в 2,5 -2,7 раза) выше, чем в системе технического обслуживания и ремонта. Это соотношение характерно для большинства отечественных угольных разрезов. Между тем значение показателя использования времени в системе производственной эксплуатации экскаваторов-мехлопат существенно меньше, чем на предприятиях экономически развитых стран, что свидетельствует о наличии значительных резервов его повышения на угледобывающих предприятиях.

VI. ГЛОССАРИЙ

ANFO -	Аммиачная селитра Мазут смесь: взрывная наиболее часто используемых в шпуров.	Ammonium Nitrate Fuel Oil mixture: explosive most commonly used in blast-holes.
Auto Lube System -	Насос, который обеспечивает смазку для различных компонентов сверла через шланги. Он может быть ручным или ком-пьютер под контролем.	A pump that provides grease to various components of the drill through hoses. It can be manual or com-puter controlled.
Coring -	Все сверла имеют более низкую температуру или охладители для гидравлической жидкости и масла компрессора. Радиатор двигателя также иногда называют систему охлаждения двигателя.	The act of procuring a sample of the formation being drilled for geological information purposes.
Crown Пучки -	Набор деревянных шпалах или металлических пластин, используемых для добавления площади поверхности к гнезду колодки, чтобы предотвратить площадку от погружения в землю. Также называется блокировкой.	The upper sheaves in a tower that supports the cable that connects to the rotary head.
Dip -	Угол между горизонтальной плоскостью и плоскостью рудного вены, измеренный под прямым углом к простиранию.	The angle between a horizontal plane and the plane of the ore vein, measured at right angles to the strike.
Drill Table -	Область в нижней части башни, которая содержит централизатор втулку или мастер втулки, что бурильная труба перемещается через.	The area at the bottom of the tower that contains the centralizer bushing or master bushing that the drill pipe travels through.
Fill -	Процесс перемещения материала в депрессию,	Process of moving material into a depression to raise

	чтобы поднять его уровень; часто следит за процессом резки.	its level; often follows the cut process.
Fish –	Объект случайно потерян в отверстии.	An object accidentally lost in the hole.
Fishing –	Операции по дрелью с целью извлечения рыбы из отверстия.	Operations on the drill for the purpose of retrieving the fish from the hole.
Fishing Magnet –	Магнит запустить в отверстие на немагнитической линии, чтобы подобрать любые небольшие кусочки металла.	Magnet run in the hole on non-metallic line, to pick up any small pieces of metal.
Fishing Tools –	Инструменты различных видов работают в отверстие, чтобы помочь в извлечении рыбы из отверстия. Overshots gt над трубой в то время как краны подходят внутри трубы.	Tools of various kinds run in the hole to assist in retrieving a fish from the hole. Overshots gt over the pipe while taps fit inside the pipe.
Flats –	Обработанные участки на стороне бурильной трубы или других компонентов, где ключи могут быть установлены, чтобы держать или сломать суставы. Некоторые трубы имеют две квартиры, остальные четыре квартиры.	Machined areas on the side of drill pipe or other components where wrenches can be installed to hold or break the joints. Some pipe have two flats, others have four flats.
Rotary Drilling –	Метод тренировки, которая зависит от вращения колонки трубы, к основанию которой приложен немного. Воздух или жидкость распространены, чтобы удалить сокращения.	The method of drilling that depends on the rotation of a column of pipe to the bottom of which is attached a bit. Air or fluid is circulated to remove the cuttings.
Rotary Head –	Подвижная коробка передач имела обыкновение обеспечивать вращение бурильной колонне. Это	A movable gearbox used to provide rotation to the drill string. It is connected to the feed chains or cables on each end and to the drill

	связано с цепями подачи или кабелями на каждом конце и к бурильной колонне через шпиндель.	string through the spindle.
Safety Hook –	Приложенный до конца линии подъема, чтобы обеспечить штепсель подъема или подъем залога. Имеет замок безопасности, чтобы препятствовать тому, чтобы груз ускользнул крюк.	Attached to the end of a hoist line to secure the hoist plug or lifting bail. Has a safety latch to prevent the load from slipping off the hook.
Scales –	Оборудование имело обыкновение определять вес и ценность материала, транспортируемого от карьера.	Equipment used to determine the weight and value of material being trans-ported from a quarry.
Screens –	Устройства имели обыкновение разделять отходы на группы подобного размера.	Devices used to separate broken material into groups of similar size.
Shock sub –	Устройство имело обыкновение изолировать шок тренировки от ротационного главы. Это сделано из слоев твердого каучука, установленных в стальных внешних кольцах.	A device used to isolate the shock of drilling from the rotary head. It is made of hard rubber layers mounted inside of steel outer rings.
Shot –	Обвинение высоких взрывчатых веществ, депонированных в серии отверстий, чтобы разрушить скалу.	A charge of high explosives deposited in a series of holes to shatter the rock.
Shutdown –	Термин, который может означать конец изменения или рабочего дня или незапланированной остановки тренировки из-за системного отказа.	A term that can mean the end of the shift or workday or an unplanned stopping of the drill due to a system failure.
Single Pass Drill –	Буровая установка	Drill rig with a long tower

	тренировки с длинной башней, которая разрешает сверлить шпур, не останавливаясь, чтобы добавить трубу тренировки (прут). Использует Келли вместо регулярной трубы. Использует поворотный стол, чтобы повернуть Келли вместо ротационной головы.	that permits drilling a blasthole without stopping to add drill pipe (rod). Uses a Kelly in place of regular pipe. Uses a rotary table to turn the Kelly instead of a rotary head.
Sliding Fork –	Рывок, который скользит вокруг квартир трубы тренировки, чтобы держать секцию ниже. Управляемый гидравлическим цилиндром (ами). Используемый вместо вилки Чак.	A wrench that slides around the flats of the drill pipe to hold the section lower. Controlled by hydraulic cylinder(s). Used in place of a fork chuck.
Slips –	Используемый в поворотном столе, чтобы держаться и вспыхнуть труба тренировки. Также используемый, чтобы держать кожух в столе.	Used in the rotary table to hold and break out drill pipe. Also used to hold casing in the table.
Spacing –	Расстояние между шпурами измерило параллельно	Distance between blastholes measured parallel with the face.
Spear –	Инструменты различного дизайна, которые ввернуты или втиснуты в битах, трубе, и т.д., которые поселены в отверстии. См. Рыбацкие Инструменты.	Tools of various design that are screwed or wedged inside of bits, pipe, etc., that are lodged in the hole. See Fishing Tools.
Speed switch –	Электронное устройство, которое	An electronic device that changes states when the

	<p>изменяет государства, когда двигатель достигает определенной скорости. Используемый, чтобы управлять двойными выключателями давления масла.</p>	<p>engine reaches a certain speed. Used to control dual oil pressure switches.</p>
Spindle –	<p>Короткий раздел трубы, которая вращается в пределах ротационной головы, и высовывается.</p>	<p>The short section of pipe that rotates within the rotary head, and protrudes out.</p>
Split Bushings –	<p>Сменные bushings, которые позволяют DHD или Стабилизатору проходить через стол тренировки, сверля прямое отверстие. См. DHD Bushings.stabilizer, Трубу Тренировки - Тяжелый - окруженная труба, имеющая специальные спиральные или рифленые ребра, простирающиеся вокруг диаметра, в пределах 1/8 "к 1/4" размера отверстия. Большинство стабилизаторов приспособлено только выше бита, в то время как действующие стабилизаторы держат отверстие прямо.</p>	<p>The removable bushings that allow the DHD or Stabilizer to pass through the drill table while drilling a straight hole. See DHD Bushings.stabilizer, Drill Pipe – Heavy -walled pipe having special spiral or fluted ribs extending around the diameter, within 1/8 “to 1/4” of hole size. Most stabilizers are fitted just above the bit, while in-line stabilizers keep the hole straight.</p>
Standpipe –	<p>Часть циркуляционной системы. Твердое и flexible, перекачивающий по трубопроводу от главного клапана до</p>	<p>Part of the circulating system. The hard and flexible piping from the main valve to the flexible hosing leading to the rotary head. Water injection,</p>

	гибкого промывания, приводящего к ротационной голове. Водная инъекция, нефть DHD и пена введены в эту линию.	DHD oil and foam are injected into this line.
Static Water Level –	Расстояние от вершины жестоко обращенных к постоянному водному уровню.	The distance from the top of ground down to the standing water level.
Stemming –	Материал указанной глубины добавил сверху порошковой колонки, чтобы ограничить шпур и сделать взрыв более эффективным.	Material of a specified depth added on top of a powder column to confine the blasthole and make the explosion more efficient.
Strike –	Отношение обнажения наклоненной кровати или структуры на поверхности уровня. См. Падение.	The bearing of the outcrop of an inclined bed or structure on a level surface. See Dip.
Strip Mine –	Большая часть земли имела обыкновение удалять месторождения угля.	A large section of land used to remove coal deposits.
Stuck In The Hole –	Относится, чтобы сверлить трубу, неосторожно становящуюся закрепленным в отверстии.	Refers to drill pipe inadvertently becoming fastened in the hole.
Sub –	Сцепление с различным типом или диаметром нитей с обоих концов. Термин булавка обозначает наружную резьбу, и коробку, внутреннюю резьбу. Соединить два компонента с различными нитями. См. Адаптер.	A coupling with different type or diameter of threads at either end. The term pin denotes a male thread, and box, a female thread. To connect two components with different threads. See Adapter.
Subdrilling –	Нижняя часть шпура,	Bottom portion of a

	который сверлят ниже уровня пола, чтобы разрешить восходящее смещение материала и таким образом предотвратить палец ноги у основания лица.	blasthole drilled below the floor level to permit upward displacement of material and thereby prevent a toe at the bottom of a face.
Supercharge Pressure –	Вставьте давление масла к главному насосу (ам), на который герметизировали, чтобы предотвратить кавитацию.	Inlet oil pressure to the main pump(s) that has been pressurized to prevent cavitation.
Swivel –	Сцепление сверху ротационной головы, чтобы позволить шпинделю вращаться, в то время как главный шланг остается постоянным.	A coupling on top of the rotary head to allow the spindle to rotate while the main hose remains stationary.
Table Drive –	Дизайн тренировки, который определяет местонахождение механизма вращения трубы тренировки на палубе тренировки в постоянном положении вместо того, чтобы использовать ротационную голову.	Drill design that locates the drill pipe rotation mechanism on the drill deck in a stationary position instead of using the rotary head.
Thread Lube –	Специальный состав имел обыкновение смазывать относительно нитей трубы тренировки. См. Наркотик Трубы.	A special compound used to lubricate the threads of drill pipe. See Pipe Dope.
Threaded and Coupled Casing (T&C) –	Кожух стали, используя сцепление между каждым разделом трубы. Стиль нити - правая рука, тонкая нить.	Steel casing using a coupling between each section of pipe. Thread style is right hand, fine thread.

Tongs –	Тип рывка имел обыкновение составлять и вспыхивать труба тренировки, используя внешние силы, такие как гидравлические цилиндры или кабели.	A type of wrench used to make up and break out drill pipe using external forces, such as hydraulic cylinders or cables.
Tool Joint –	Сцепной прибор трубы тренировки, состоящий из булавки и коробки различных проектов и размеров. Тренировки Deephole обычно используют нити стиля API, в то время как бурильные машины обычно используют нити стиля Весо.	A drill pipe coupler consisting of a pin and box of various designs and sizes. Deephole drills normally use API style threads, while blasthole drills normally use Beco style threads.
Top Head Drill –	Дизайн тренировки, который определяет местонахождение главы вращения трубы тренировки в башне тренировки. Это перемещается вверх и вниз с бурильной колонной. См. Ротационную Голову.	Drill design that locates the drill pipe rotation head in the drill tower. It moves up and down with the drill string. See Rotary Head.
Torque –	Преобразование или скручивание силы. Момент вызван силой, действующей на руку. Сила за один фунт, действующая на однофуттовую руку, произвела бы один фунт-фут вращающего момента.	A turning or twisting force. A moment caused by force acting on an arm. A one pound force acting on a one-foot arm would produce one lb-ft of torque.
Tower –	Высокая, тонкая структура,	A tall, slender structure used for observation,

	используемая для наблюдения, сигнализируя или качая. Термин имел обыкновение указывать на кран на бурильной машине. См. Кран и Мачту.	signaling or pumping. Term used to indicate the derrick on a blasthole drill. See Derrick and Mast.
Tram –	Канатная дорога или четырехколесное открытое окружают угольную шахту. См. Продвигают.	A cable car or a four-wheeled open box in a coal mine. See Propel.
Trammed –	Перемещаться в трамвай.	To move in a tram.
Tramming –	Процесс перемещения тренировки. См. Продвижение.	Process of moving a drill. See Propelling.
Traveling Sheave Block –	Серия пачек, связанных с цепями подачи или кабелями, которые перемещены вверх и вниз по крану цилиндрами подачи.	A series of sheaves, connected to the feed chains or cables, that are moved up and down the derrick by the feed cylinders.
Turning To The right –	Жаргонное слово для того, чтобы сделать отверстие.	Slang term for making a hole.
UL88 –	Пневматический клапан, который управляет давлением и объемом на высоком давлении - система компрессора. Шасси - средства перемещения следа печатают транспортное средство. Это содержит структуру следа, ролики, grouzers, горные охранники, цепное колесо	The pneumatic valve that controls pressure and volume on a high-pressure compressor system. Undercarriage – The means of moving a track type vehicle. It contains the track frame, rollers, grouzers, rock guards, drive sprocket, propel motors and planetary drive.

	двигателя, продвигают двигатели и планетарный двигатель.	
Uphole Velocity –	Скорость (в ногах в минуту), что сокращения едут из отверстия. Это зависит от диаметра долота, размера компрессора и размера трубы.	The speed (in feet per minute) that the cuttings travel out of the hole. This is dependent on the bit size, the compressor size and the pipe size.
Washpipe –	Мощные стальные трубы, вставленные в шарниры, чтобы позволить вращение бурильной колонны и продлить жизнь упаковки. Они заменимы в большинстве шарниров.	Hard surfaced steel tubes inserted in swivels to allow rotation of drill string and prolong life of packing. They are replaceable in most swivels.
Water injection –	Метод тренировки ротации, где вода рассеяна в воздухе, сверля.	A method of rotary drilling where water is dispersed in the air while drilling.
Weight on Bit –	В ротационной тренировке указанный вес требуется на бите для максимальной производительности. Мера на пульте калибрована, чтобы соответствовать весу бурильной колонны.	In rotary drilling, a specified weight is required on the bit for maximum performance. A gauge on the console is calibrated to correspond to the drill string weight.
Winch –	Постоянная спускоподъемная машина, имеющая барабан, вокруг которого веревка - рана.	A stationary hoisting machine having a drum around which a rope is wound.
Wiper, Pipe –	Кольцевой резиновый диск для того, чтобы вытереть трубу тренировки, чистую из сокращений, когда это забирается из отверстия.	An annular rubber disk for wiping drill pipe clean of cuttings when it is being withdrawn from the hole.
Wire rope –	Веревка сделана из искривленных берегов стального провода. Также названный кабелем.	Rope made of twisted strands of steel wire. Also called cable.
Беко Шея-	Грубый тип резьбы используется на бурильной трубе.	A coarse type of thread used on drill pipe.
Бремя -	Расстояние от шпура до	Distance from the blasthole

	ближайшего лица. Расстояние измеряется от лица к ряду отверстий. Материал смещаться.	to the nearest face. Distance measured from the face to a row of holes. The material to be displaced.
Бурильная труба -	Полые трубки, специально приваренные к замковых соединений.	Hollow tubing, specially welded to tool joints.
Бурильной колонны -	Строка труб, в том числе подводные лодки, стабилизаторы, воротники и биту, простираясь от бита до поворотной головкой, который несет воздух или грязь вниз к буровому и обеспечивает вращение на долото.	The string of pipe, including subs, stabilizers, collars and bit, extending from the bit to the rotary head, that carries the air or mud down to the bit and provides rotation to the bit.
Бурильщик (оператор)	- сотрудник непосредственно отвечает за дрелью. Операция сверла является их главной обязанностью.	The employee directly in charge of a drill. Operation of the drill is their main duty.
Буровая	Машина для бурения породы или незатвердевших образований. Также называется роторное бурение.	A machine for drilling rock or unconsolidated formations. Also called a rotary drill. The act of boring a hole in the ground.
Взрыв	Акт разжигая взрывчатых веществ в скважину для производства щебня.	The act of igniting explosives in a borehole to produce broken rock.
взрывные скважин -	Инструменты, которые могут распыляться образований таким образом, чтобы материал можно удалить из отверстия, как правило, три шарошки, три конуса или перкуссии.	A drilled hole used for purposes of excavation rather than exploration, geo-logical information or water wells. Holes are used to load explosives for open pit mining, and are usually limited to 200 feet.
Возвратный ключ -	Гаечный ключ, связанный с гидравлическим цилиндром, используется, чтобы повернуть верхнюю часть трубы в то время как нижняя труба проходит по	A wrench, connected to a hydraulic cylinder, used to turn the upper piece of pipe while the lower pipe is being held by the fork chuck or sliding wrench.

	вилке патроне или раздвижной гаечный ключ.	
Вскрыша -	Вертикальная поверхность высоты; также называется лицо.	Vertical surface of an elevation; also called the face.
Гидравлические двигатели -	Отверстие сделано путем вращения немного в землю.	Piston or vane type motors, driven by hydraulic pumps, that rotate various devices on a drill.
Гидравлические насосы -	Подключается вращающуюся головку к верхней части жесткого трубопровода, чтобы обеспечить движение поворотной головки. Также называется стояка шланг.	Piston, vane and gear type hydraulic pumps that provide flow for the various actuators on the drill.
Гидравлические цилиндры -	Подъемное устройство, установленное в конце коробки инструмента. Напротив подъема в освобождении под залог.	Double acting cylinders that are extended and retracted to perform various functions on a drill. They are powered by hydraulic fluid from a pump.
Гидростатическое -	Давление, проявленное колонной жидкости, обычно выражаемой в фунтах на квадратный дюйм.	The pressure exerted by a column of fluid, usually expressed in pounds per square inch.
Двустворчатый клапан -	Регулируемый впускной клапан воздушного компрессора.	The adjustable inlet valve of the air compressor.
Деррик -	Высокая структура по сверлившему отверстию использовала поддерживать оборудование тренировки. Часть тренировки, которая содержит систему подачи и ротационную голову. См. Башню и Мачту.	A tall framework over a drilled hole used to support drilling equipment. The part of the drill that contains the feed system and the rotary head. See Tower and Mast.
Дефиле -	Проходы вокруг рабочей зоны сверла.	Walkways around a working area of a drill.
Диаметр	Для того, чтобы сделать	To make a hole in the

цилиндра -	отверстие в земле	ground with a drill.
Дрель / Propel Valve -	Переключатель, который сдвигает перепускных клапанов, чтобы позволить поток насоса, чтобы перейти от функций сверла для приведения в движение двигателей.	A switch that shifts the diverter valves to allow pump flow to go from drill functions to propel motors.
Дрель стержень -	См бурильные трубы. Полые, флеш-сочлененный, соединенные стержни, используемые на небольших перфораторов типа перкуссии.	See Drill Pipe. Hollow, flush-jointed, coupled rods used on small percussion type rock drills.
Дрифтер	Высверлить-оф-отверстие, которое вращается буровой штанги и обеспечивает ударное усилие, с помощью поразительный бар, через стержень к буровому.	An out-of-the-hole drill that rotates the drill rod and provides a percussive force, by means of a striking bar, through the rod to the bit.
дробилка -	Наружный металл может окружающих домкрат цилиндров нивелирования. Ползун слайд нижняя часть, которая соединяется с нижней части цилиндров и ползуном колпачок является патрубку на верхней части ползуна.	Device used to reduce broken rock to a smaller fragment size.
Задержка Интервал -	Процесс чередуя взрывчатых веществ с инертным материалом в шпуре, чтобы правильно распределить взрывчатые вещества или уменьшить вибрации. Также относится к металлическим подиумах вокруг внешней стороны сверла.	Elapsed time between detonation of individual blastholes in a multiple hole blast.
Зубья -	Короткие, округлые зубцы спеченных вставки из карбида вольфрама,	Short, rounded teeth of sintered tungsten carbide inserts which serve as teeth

	которые служат в качестве зубов в сверл, используемых для бурения очень тяжелый рок.	in drill bits used for drilling very hard rock.
кабель -	Сильный, тяжелый стальной, стальной канат. Также известный как тросе. Используется для выпадающего списка и откате в башне. Также используется в грузоподъемных. Может быть поворот или вращение устойчивостью.	A strong, heavy steel, wire rope. Also known as wire rope. Used for pulldown and pullback in the tower. Also used in hoisting. May be rotating or rotation resistant.
Кабельная катушка -	Устройство, которое держит электрический кабель питания на электрических управляемых скважинных сверл.	A device that holds the electrical power cable on electric driven blasthole drills.
Кавитация -	Изъязвление твердой поверхности путем образования низкого давления образуются пузырьки в жидкости. Воздух разрешают во входное отверстие насоса.	The pitting of a solid surface by the formation of low pressure bubbles formed in the fluid. Air being allowed into the inlet of pumps.
Карбид, вольфрама -	W ₂ C. Очень трудно соединение, используемое в вставки в долот. Она имеет очень высокую температуру плавления. Это очень сильно в одном направлении, но очень хрупкими в другой.	W ₂ C. A very hard compound used in inserts in rock bits. It has a very high melting point. It is very strong in one direction but very brittle in another.
Кольцевое -	Пространство между бурильной трубой и наружным диаметром отверстия, сделанного бите.	The space between the drill pipe and the outer diameter of the hole made by the bit.
Компрессор -	Воротник отверстие - отверстие в верхней части шпура; рот, где порода была нарушена взрывным. Обычно первые несколько	An asymmetrical rotary screw driven device for compressing air. May be single- or two-stage, depending on the discharge

	футов шпур, которые раскалывались и разбивались.	pressure.
Конвейер -	Панель, которая содержит большую часть управления сеялки. Также называется панель оператора.	Equipment used to carry material to crushers and screens for reduction and separation.
Консоль -	Асимметричный роторный винт приводом устройство для сжатия воздуха. Может быть одно- или двухступенчатый, в зависимости от давления на выходе.	The panel that contains most of the drill's controls. Also called the operator's panel.
Мачта -	Вертикальное строение. См. Деррик	A vertical structure. See Derrick.
Мост -	Препятствие в отверстии. Обычно это вызвано образованием спелеология или что-то падения в яму.	An obstruction in the hole. Usually caused by a caving formation or something falling in the hole.
Оповещатель -	Электрическое устройство сигнализации на распределительном щите.	An electrical signaling device on a switchboard.
Охладитель (СОС) -	Оборудование, используемое для перевозки материалов для дробилок и экранов для уменьшения и разделения.	All drills have a cooler or coolers for the hydraulic fluid and the compressor oil. The engine radiator is also sometimes referred to as an engine cooler.
Переключающий клапан -	Два положения, трехходовой клапан, который позволяет один гидравлический насос, чтобы выполнить две отдельные функции.	A two position, three-way, valve that allows one hydraulic pump to perform two separate functions. Dressing a Bit – Sharpening DHD drill bits with a grinder to shape the carbides.
Перепад давления -	Разность давлений между входом и выходом компонента, т.е. охладителем.	The difference in pressure between the inlet and outlet of a component, i.e., a cooler.
Переходник-адаптер -	Устройство, используемое для соединения двух различных размеров или	(both spellings are accepted) A device used to connect two different sizes

	типов нитей. Он используется для подключения поворотной головкой шпинделей для бурильной трубы, бурильные трубы для стабилизаторов и стабилизаторов для буровых долот.	or types of threads. It is used to connect rotary head spindles to drill pipe, drill pipe to stabilizers and stabilizers to drill bits.
Подача цепи -	сверхмощно звенья цепи, соединенные с поворотной головкой через верхнюю и нижнюю звездочках и путешествующей полиспастьную. они отрегулированы похожи на кабеле.	Heavy duty chain links connected to the rotary head through upper and lower sprockets and the traveling sheave block. They are adjusted similar to a cable.
Привод -	Двигатель или цилиндр, который кладется в движение потоком гидравлического насоса.	A motor or cylinder that is being put into motion by the flow of a hydraulic pump.
Продувка -	Термин, используемый при выпуске сжатого воздуха из ресивера бака на компрессор, когда бур останавливается.	Term used when releasing compressed air from the receiver tank on a compressor when the drill is stopped.
Продувочный клапан -	Клапан, который открывается, когда бур останавливается и выпускает все давление воздуха в приемную емкость.	The valve that opens when the drill is stopped and releases all the air pressure in the receiver tank.
Прорыв -	Относится к акту ослабив резьбовых соединений труб и отвинчивания одной секции трубы от другой, при выходе из отверстия.	Refers to the act of loosening threaded pipe joints, and of unscrewing one section of pipe from another, while coming out of the hole.
Пылесборник -	Вакуумный аппарат со шлангом, прикрепленного к пылеулавливающий колпак, который тянет черенки далеко от отверстия и депозиты их на стороне сверла.	A vacuum device with a hose attached to the dust hood that pulls cuttings away from the hole and deposits them to the side of the drill.

Связь -	Акт закупающая образец формирования бурится для геологических информационных целей.	A connector for drill rods, pipe or casing with identical threads, male or female, at each end.
Скважина -	Отверстие сделано буровым.	The hole made by a bit.
Списывание -	Соединитель для бурильных труб, труб или обсадной колонны с одинаковыми нитями, мужского или женского пола, на каждом конце.	A set of wooden ties or metal plates used to add surface area to the jack pads to prevent the pad from sinking into the ground. Also called blocking.
Траверсы -	Верхние пучки в башне, которая поддерживает кабель, который подключается к поворотной головкой.	The outer metal can surrounding the leveling jack cylinders. The crosshead slide is the lower portion that connects to the bottom of the cylinders and the crosshead cap is the flanged piece on top of the crosshead.
Угловая бурение -	Бурение скважин в 0 до 30 градусов угол от вертикали (в пять градусов с шагом).	Drilling a hole at a 0 to 30 degree angle from vertical (in ve degree increments).
Удлинитель -	Тяжелая, толстостенный участок трубы используется для добавления бурового веса к буровому и стабилизации бурильной колонны.	A heavy, thick-walled section of pipe used to add drilling weight to the bit and stabilize the drill string.
Фидер -	Кабели, закрепленные на верхней и нижней части башни, которые проходят через бегущего полиспадную соединения и соединения с верхней и нижней части поворотной головки. Они регулируют путем затяжки резьбовых стержней на каждом конце.	Cables, anchored on the top and the bottom of the tower, that pass through the traveling sheave block and connect to the top and bottom of the rotary head. They are adjusted by tightening the threaded rods on each end.
Центратор	Круглое кольцо	A circular ring installed

Втулка подшипника -	устанавливается вокруг буровой трубы в таблице бура, чтобы держать трубу выровненной properly с поворотной головкой. Он, как правило, имеет сменную вставку в центре.	around the drill pipe in the drill table to keep the pipe aligned properly with the rotary head. It usually has a replaceable insert in the center.
Цепной ключ -	Специальный ключ, состоящий из участка цепи и металлической секции клиновидной, с губками, что зажимает буровую трубу и / или DHD, чтобы затянуть или ослабить соединения.	A special wrench, consisting of a chain section and a metal vee section, with jaws, that grips the drill pipe and/or the DHD to tighten or loosen the connections. Collar the Hole – Opening at the top of the blasthole; the mouth where rock has been broken by blasting. Usually the first few feet of the blasthole that are cracked and broken.
Шланг, Бурение -	Устройство, используемое, чтобы поднять буровую трубу и другие тяжелые предметы. См лебедку.	Connects rotary head to top of hard piping to allow movement of rotary head. Also called standpipe hose.

VII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Каримов И.А. Ўзбекистон мустақилликка эришиш оstonасида. - Т.:“Ўзбекистон”, 2011.
2. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

4. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2019.
5. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
6. Ўзбекистон Республикасининг “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Қонуни.
7. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПФ-4732-сонли Фармони.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 3 февралдаги “Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш соҳасидаги фаолиятни тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5325-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июндаги “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим тизимига бошқарувнинг янги тамойилларини жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида »ги ПҚ-4391-сонли Қарори.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 11 июлдаги «Олий ва ўрта махсус таълим соҳасида бошқарувни ислоҳ қилиш чора-

тадбирлари тўғрисида»ги ПФ-5763-сон фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли фармони.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги 2018 йил 21 сентябрдаги ПФ-5544-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 майдаги “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 февралдаги “Коррупцияга қарши курашиш тўғрисида”ги Ўзбекистон Республикаси Қонунининг қоидаларини амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2752-сонли қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 20 апрелдаги ПҚ-2909-сонли қарори.

18. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш сифатини оширишда иқтисодиёт соҳалари ва тармоқларининг иштирокини янада кенгайтириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 27 июлдаги ПҚ-3151-сонли қарори.

19. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Нодавлат таълим хизматлари кўрсатиш фаолиятини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 2017 йил 15 сентябрдаги ПҚ-3276-сонли қарори.

20. Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Олий таълим муассасаларида таълим сифатини ошириш ва уларнинг мамлакатда амалга оширилаётган кенг қамровли ислохотларда фаол иштирокини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 2018 йил 5 июндаги ПҚ-3775-сонли қарори.

21. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2012 йил 26 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги 278-сонли Қарори.

Основные литературы:

1. Taylor & Francis Group. Mechanical excavation in mining and civil industries. /CRC Press, London, New York, 2014.-388 p.
2. Blasthole drilling in open pit mining. Reference book, 3rd edition tcm1240-3515521, 2013 y. – 301p.
3. Мазей А.С. Горные машины. Методические указания к практическим занятиям. – Алматы.:КазПТИ, 2001.
4. Annaqulov T.J. Kon mashinalari fanidan amaliy ishlarni bajarish bo'yica uslubiy qo'llanma. ToshDTU. 2016 y., 68 b.

Интернетные ресурсы:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Матбуот маркази сайти: www.press-service.uz
2. Ўзбекистон Республикаси Давлат Ҳокимияти портали: www.gov.uz
3. Ахборот-коммуникатсия технологиялари изохли lug'ati, 2004, UNDP DDI: www.lugat.uz, www.glossary.uz
4. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz
5. www.press-uz.info
6. www.ziyonet.uz
7. www.edu.uz
8. www.springer.com
9. www.nabu.com