

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Государственный ВУЗ "Национальный горный университет"

Горный факультет
Кафедра открытых горных работ
(полное название)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

дипломной работы

магистра
(образовательно-квалификационный уровень)

Специальность 184: "Разработка месторождений и добыча полезных ископаемых", специализация "Открытая разработка месторождений"

На тему: "Обоснование технологии разработки месторождения Дебеле (Гвинея)"

Студент-дипломник:

_____ (подпись)

Диалло М.К.
(фамилия, инициалы)

Заведующий кафедры:

_____ (подпись)

Собко Б.Ю.
(фамилия, инициалы)

Руководители	Фамилия, инициалы	Оценка	Подпись
работы:	Пчолкин Г.Д.		
разделов			
Рецензент			
Нормоконтроль	Пчолкин Г.Д.		

Днепр

2018

УТВЕРЖДАЮ:

Заведующий кафедрой

открытых горных работ

д.т.н., профессор _____ Собко Б.Ю.

« » « » 2018

ЗАДАНИЕ**на выполнение квалификационной работы магистра**

Студента группы: 184м-16-8 Диалло Мамаду Колон

Тема дипломного проекта: "Обоснование технологии разработки месторождения Дебеле (Гвинея)"**ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

Утверждено приказом ректора НГУ № _____ от « » « » 2017

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**Объект исследований** - технология добычи бокситов открытым способом.**Предмет исследований** - параметры процессов подготовки и выемки бокситов.**Цель работы** - Обоснования технологии отработки запасов бокситов, которая обеспечить техногенную и экологическую безопасность разработки месторождения.**Задачи исследований:**

1. Проанализировать возможность применения различных технологий разработки с учетом специфических условий месторождения бокситов Гвинеи.
2. Обосновать возможность, использования безвзрывных технологии разработки бокситов.
3. Определить область рационального применения различных технологии добычи бокситов.

ОЖИДАНИЯ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Научная новизна результатов.

Исследования заключается в следующем:

- Обоснования технологии разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле.
- Разработаны рациональные схемы послыйного фрезерования бокситов.
- Установления область применения комбинированной технологии добычи бокситов с применением фрезерного комбайна 2500SM и с помощью рыхления.

Практическое значение работы.

Использование результатов исследований позволяет:

- применять оптимальные технологические параметры при подготовке и выемке бокситов на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями;
- применять технологию послыйного фрезерования для условий разработки месторождения;
- сократить сроки ввода новых производственных мощностей и уменьшить эксплуатационные затраты на добычу бокситов.

ЭТАПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Наименование этапов работы	Срок выполнения
Глава 1: Характеристика месторождения и технология разработки бокситов Гвинеи	04.09.17-29.09.17
Глава 2: Анализ особенностей технологии рыхления бокситов бульдозерами рыхлителями	02.10.17-28.10.17
Глава 3: Исследования возможности применения экскаваторов для разработки бокситов.	30.10.17-30.11.17
Глава 4: исследования технологии извлечения полезных ископаемых комбайнами послыйного фрезерования	1.12.17-12.01.18

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Технико-экономический эффект от реализации результатов работы ожидается положительным благодаря рассчитанным рациональным параметрам разработки месторождений залежи "Южная", которые способствуют лучшей организации горных работ, снижают затраты, повышают производительности труда , уменьшают экологической нагрузки на окружающую среду.

Руководитель
квалификационной
работы

(подпись)

Пчолкин Г.Д.
(фамилия, инициалы)

Задание принял к
исполнению

(подпись)

Диалло М.К
(фамилия, инициалы)

Дата выдачи задания: « » « » 2017

Срок представления дипломного проекта: « » « » 2018

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 148 страниц; 45 рисунков; 19 таблиц; 22 источники.

Объект исследований - технология добычи бокситов открытым способом.

Предмет исследований - параметры процессов подготовки и выемки бокситов.

Цель работы - Обоснование технологии отработки запасов бокситов, которая обеспечить техногенную и экологическую безопасность разработки месторождения.

Методы исследований- обобщение и анализ литературных источников и результатов ранее выполненных исследований в области подготовки горных пород к выемке; анализ теории и практики добычи бокситов открытым способом; аналитические и технико-экономические расчеты; научные наблюдения; компьютерное моделирование объектов горного производства; геометрический анализ.

Научная новизна результатов.

Исследования заключается в следующем:

- Обоснования технологии разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле.
- Разработаны рациональные схемы послойного фрезерования бокситов.
- Установления область применения комбинированной технологии добычи бокситов с применением фрезерного комбайна 2500SM и с помощью рыхления.

Отрасль применения: технология добычи бокситов на карьере, использующие для перемещения горной массы автомобильный и железнодорожный транспорт.

Практическое значение работы.

Использование результатов исследований позволяет:

- применять оптимальные технологические параметры при подготовке и выемке бокситов на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями;
- применять технологию послойного фрезерования для условий разработки месторождения;
- сократить сроки ввода новых производственных мощностей и уменьшить эксплуатационные затраты на добычу бокситов.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
ГЛАВА1: ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ БОКСИТОВ ГВИНЕИ	12
1.1 Характеристика горных пород Гвинея.....	12
1.2 Геологические характеристики месторождения бокситов Гвинеи.....	14
1.3 Технология разработки месторождения бокситов.....	18
1.4 Месторождения Дебеле.....	25
1.4.1 Геологические характеристики месторождения Дебеле.....	25
1.5 Анализ литературных источников.....	28
1.6 Цель, задачи и методы исследования.....	31
Выводы.....	33
ГЛАВА2: АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РЫХЛЕНИЯ БОКСИТОВ БУЛЬДОЗЕРАМИ РЫХЛИТЕЛЯМИ	34
2.1 Введение.....	34
2.2 Механическое рыхление пород бульдозерами рыхлителями.....	36
2.2.1 Анализ факторов влияющих на процесс рыхления.....	40
2.2.2 Установление производительности рыхления.....	47
Выводы.....	54
ГЛАВА 3: ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БОКСИТОВ	55
3.1 Гидравлические экскаваторы для рыхления.....	55
3.2 Экскаватор с прямой или обратной лопатой.....	55
3.3 Анализ особенностей рыхлительного оборудования.....	58
3.4. Горнотехнические параметры и производительность рыхления.....	62
Выводы.....	71
ГЛАВА 4: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КОМБАЙНАМИ ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ	72

4.1	Оценка конструктивных особенностей комбайнов послойного фрезерования.....	72
4.2.	Исследование технология разработки.....	74
4.3.	Анализ технологических схем применения комбайнов послойного фрезерования.....	75
4.4	Обоснование производительности комбайнов послойного фрезерования.....	81
4.5	Определение параметров рабочего органа комбайнов и оценка энергетических показателей их применения для извлечения полезных ископаемых.....	84
4.6.	Система разработки месторождения.....	86
4.6.1.	Общие положения.....	86
4.6.2.	Вскрышные работы.....	88
4.7.	Добычные работы.....	93
4.7.1.	Общие положения.....	93
4.7.2.	Обеспечение требуемого гранулометрического состава горной массы.....	94
4.7.3.	Выбор модели комбайна послойного фрезерования и определение его производительности.....	95
4.8.	Технология отработки месторождения фрезерными комбайнами в комплексе с автомобильным транспортом.....	101
4.9	Вскрытие и рекультивация отработанных участков залежи "Южная".....	105
4.9.1.	Общие положения.....	105
4.9.2.	Вскрытие карьерного поля.....	105
4.9.3.	Параметры открытых горно-капитальных выработок (полутраншей).....	107
	Выводы.....	110
	Заключение	112
	Приложения	114
	ЛИТЕРАТУРА	144

ВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В современной индустрии одним из важнейших металлов является алюминий. По масштабам производства и потребления он занимает второе место после железа и первое среди цветных металлов, что связано с его универсальными свойствами: малой плотностью, высокой электропроводностью, пластичностью, механической прочностью, устойчивостью против коррозии, обусловившими его широкое применение во всех областях производства техники. Алюминий применяется в авиационной и автомобильной промышленности, в строительстве и машиностроении, электропромышленности, и другие. Бокситы являются достаточно широко распространенной полезным ископаемым. Мировые разведанные запасы их определяются примерно, в один миллиарде тонн, причем первое место по запасам занимает Европа, второе Африка, третья Америка, четвертое Азии и, на конец, пятое Австралия.

Разработка бокситов с промышленными целями началась сравнительно недавно. Впервые бокситы спали добываться во Франции в 70-х годах девятнадцатого столетия. В 1890 г. начались разработки бокситов в Англии и США, в 1907 г. в Италии, в 1908 г. в Индии и Голландской Гвиане. Крупнейшие в мире месторождения бокситов сосредоточены на юго-востоке Франции, в департаменте Вар, близ г. Бо. Французские бокситы считаются лучшими в мире. Из других западноевропейских стран наиболее богатыми месторождениями бокситов располагают Венгрия, Югославия (в Далмации), Италия (на полуострове Истрия) и Греция. Англия, Швейцария и Норвегия не имеет свои бокситы и импортирует их из других стран.

В США важнейшие месторождения находятся в штате Арканзас. Отличительная особенность эти бокситов является принадлежность их к трех видному гидрагиллиту нового типа с низким содержание железа.

На территории Южной Америки значительные месторождение бокситов расположены в Британской и Голландской Гвиане.

В 1916 г. были открыты залежи бокситов в Африке в районе Золотого Берега. Особенность эти бокситов является содержание в них небольшое количества золота и серебро. В Индии месторождение бокситов находится в малодоступной области, и промышленное значение их пока невелико.

Добыча бокситов, более 90 % мировых общих запасов бокситов сосредоточено в 18 странах. Это не случайно, так как лучшие бокситовые месторождения приурочены к так называемым латеритным корам, образующимся в результате длительного выветривания алюмосиликатных пород в условиях жаркого влажного климата. В латеритных месторождениях

лежит около 9/10 всех мировых бокситов. Самыми большими общими запасами обладают:

Гвинея (20 млрд. т), Австралия (7 млрд. т), Бразилия (6 млрд. т), Вьетнам (3 млрд. т), Индия (2,5 млрд. т), Индонезия (2 млрд. т). В недрах этих шести стран заключено почти 2/3 общих запасов бокситов. Наиболее крупными подтвержденными запасами обладают Гвинея (39 % мировых), Бразилия (26 %), Австралия (24 %), Ямайка (14 %), Камерун (9 %), Мали (7 %). В них сосредоточено 65 % мировых подтвержденных запасов бокситов.

Объем добычи бокситов в 2014 году (на основании данных таблиц Британской геологической службы).

№	Место в 2007 году	Страна	Бокситы (тонн)
		Мир	234 000 000
1	1	 <u>Австралия</u>	81 000 000
2	4	 <u>КНР</u>	47 000 000
3	2	 <u>Бразилия</u>	32 500 000
4	5	 <u>Гвинея</u>	19 300 000
5	3	 <u>Индия</u>	19 000 000
6	7	 <u>Ямайка</u>	9 800 000
7	11	 <u>Казахстан</u>	5 500 000
8	8	 <u>Россия</u>	5 300 000
9	9	 <u>Суринам</u>	2 700 000
10	10	 <u>Венесуэла</u>	2 200 000
11	13	 <u>Греция</u>	2 100 000
12	12	 <u>Гайана</u>	1 800 000
13	24	 <u>Вьетнам</u>	1 000 000
14	6	 <u>Индонезия</u>	500 000

Добыча в районе Дебеле-Киндия началась в конце 70-х годов и в 1983-86г.г. достигла более 2,5млн.т. Боксита добывающий комплекс (СВК) строился с помощью советских специалистов. В отличие от других разрабатываемых месторождений, была произведена детальная геологическая разведка густой сеткой скважин. Это дало возможность

достаточно точно планировать горные работы, а следовательно, применять относительно горную технику, буровые станки и экскаваторы. Автосамосвалами доставлять руду непосредственно в бункеры дробильно-измельчительного комплекса и с его склада грузить в железнодорожные вагоны (хопперы), доставлять по железной дороге (98км) на усреднитель-погрузочный комплекс (стокеры) порта г.Конакри.

Руссал (Русский алюминий) разрабатывает карьеры в Дебеле (с 1979г) и Фрия (с 1957г Францией, затем с 1995г Халко и с 2003 г Руссал). Руда во Фрия перерабатывается на полностью реконструированном Руссал заводе в глинозем (около 850 тыс.т) и по железной дороге (145км) транспортируется также в порт Конакри.

Применения цикличной технологии в комплексе с буровзрывными работами создает экологической напряжением в районе работы карьеров. Поэтому возникает необходимость совершенствования традиционной технологии добычи бокситов с применением БВР и исследования возможности применения других технологий в сложных горно-геологических условиях разработки месторождений бокситов в Гвинеи. Обоснование технологии параметров технологических процессов разработки бокситов является актуальной научной задачей.

Объект исследований - технология добычи бокситов открытым способом.

Предмет исследований - параметры процессов подготовки и выемки бокситов.

Цель работы -Обоснования технологии отработки запасов бокситов, которая обеспечить техногенную и экологическую безопасность разработки месторождения.

Идея работы - Повышения эффективности разработки бокситов за счет применения современных средств механизации горных работ.

Задачи исследований:

1. Проанализировать возможность применения различных технологий разработки с учетом специфических условий месторождения бокситов Гвинеи.
2. Обосновать возможность, использования безвзрывных технологии разработки бокситов.
3. Определить область рационального применения различных технологии добычи бокситов.

Методы исследований- обобщение и анализ литературных источников и результатов ранее выполненных исследований в области подготовки горных пород к выемке; анализ теории и практики добычи бокситов

открытым способом; аналитические и технико-экономические расчеты; научные наблюдения; компьютерное моделирование объектов горного производства; геометрический анализ.

Основные научные положения, выносимые на защиту.

1. Разработка месторождения бокситов целесообразна комбинированным способом:

- участки рудных тел с выдержанной мощностью - по фрезерной технологии 2500SM;
- участки рудных тел с применением рыхления способа.

2. При оптимизации параметров разработки:

- наиболее рациональной является схема послойного фрезерования с разворотом машины в конце полосы при длине полосы более 300 м.

Научная новизна результатов.

Исследования заключается в следующем:

- Обоснования технологии разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле.
- Разработаны рациональные схемы послойного фрезерования бокситов.
- Установлена область применения комбинированной технологии добычи бокситов с применением фрезерного комбайна 2500SM и с помощью рыхления.

Практическое значение работы.

Использование результатов исследований позволяет:

- применять оптимальные технологические параметры при подготовке и выемке бокситов на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями;
- применять технологию послойного фрезерования для условий разработки месторождения;
- сократить сроки ввода новых производственных мощностей и уменьшить эксплуатационные затраты на добычу бокситов.

ГЛАВА 1: ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ БОКСИТОВ ГВИНЕИ

1.1 Характеристика горной пород Гвинея

Гвинейская Республика, обладающая 40% мировых запасов бокситов, обеспечивает основную массу валютных поступлений в государственный бюджет за счет экспорта этого сырья. Бокситовые месторождения Гвинеи являются крупнейшими и богатыми в мире.

Гвинейская бокситоносная провинция приурочена к западной части Африканской платформы и располагается в пределах ее Гвинейского щита. В пределах этой территории обнажаются породы двух структурных этажей. Нижний этаж сложен метаморфическими породами архейского и протерозойского возраста. В нем выделяются снизу вверх: гнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, железистые кварциты нижнего архея, гнейсы, гранитогнейсы, кристаллические сланцы верхнего архея, песчано-сланцевые и вулканогенно-осадочные отложения нижнего протерозоя, песчаники, конгломераты и терригенные породы верхнего протерозоя. Породы верхнего структурного этажа залегают резко несогласно на более древних образованиях. В основании этого этажа наблюдаются песчаники, алевролиты, аргиллиты с прослоями карбонатных пород нижнепротерозойского-кембрийского возраста. Выше выделяются конгломераты, песчаники, алевролиты ордовикской свиты Пита, аргиллиты силурийской свиты Телимеле, верхнедевонские песчаники, алевролиты и аргиллиты свиты Фаро. Местами докембрийские и палеозойские отложения перекрыты глинисто-песчанистыми толщами палеогена и неогена.

В длительной истории формирования геологических структур Гвинейского щита отмечаются многочисленные этапы магматической деятельности. В течение археозоя и протерозоя имело место становление массивов кислых, основных и ультраосновных интрузивных пород. Особый интерес представляют широко развитые в пределах района раннемезозойские магматические породы трагаювой формации: габбро-диабазы, долериты, габбро-долериты, диабазовые и андезитовые порфириты, повсеместно прорывающие породы верхнепротерозойского и палеозойского чехла. Многими авторами отмечена связь трампового магматизма с глубинными разломами и местами их сочленения.

В условиях влажного тропического климата все перечисленные породы подвергаются мощному процессу выветривания с образованием бокситоносных кор латеритного типа. Поэтому почти на всей территории Гвинеи известны многочисленные бокситовые месторождения, относящиеся к различным генетическим группам. Выделяют месторождения остаточной,

осадочной и полигенной групп. В первой группе различаются месторождения непосредственного формирования, где бокситы слагают всю кору выветривания и залегают непосредственно на неизмененных материнских породах (месторождения архипелага Лос), а также месторождения стадийного формирования, где бокситы слагают лишь верхнюю часть коры и имеют постепенный переход к породам субстрата (месторождение Дебеле и многие другие). Среди месторождений осадочной группы известны небольшие делювиальные залежи обломочных бокситов на склонах платообразных возвышенностей и крупные месторождения, сформировавшиеся в результате отложения в речных долинах и озерах (месторождение Сангареди). Группа полигенных латеритно-осадочных месторождений занимает промежуточное положение: часть их залежей имеет элювиальную природу, а другая часть образовалась путем накопления рыхлого делювиального материала на склонах возвышенностей (месторождение Фриа и часть залежей Дебеле).

В строении района Дебеле принимают участие терригенные отложения двух свит: песчаники ордовикской свиты Пита и существенно глинистые породы силурийской свиты Телимеле. Осадочные породы образуют пологую синклиналию складку вытянутую в северо-восточном направлении. В результате процессов выветривания коренные породы превращены в типичные латеритные коры мощностью от 7,5 до 35 м. В разрезах коры выделяются четыре зоны: начального разложения, глинистая, переходная и полуторных окислов алюминия и железа. Их мощности зависят от общей мощности коры, форм рельефа, положения современного уровня грунтовых вод и других факторов. Наибольший интерес представляет верхняя зона, где располагаются все залежи бокситов. Последние имеют плаще- и линзообразную форму. Их мощность в среднем составляет 7-10 м.

Месторождение Сангареди занимает особое место среди всех гвинейских месторождений как по запасам, так и по особенностям своего строения. Оно отличается также нехарактерным для Гвинеи маложелезистым составом бокситов и аномально высокой мощностью рудных тел. В его районе развиты горизонтально залегающие аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников, относящиеся к девонской свите Фаро. Они пронизаны силами долеритов мезозойской трамповой формации и перекрыты на отдельных участках обломочными высокоглиноземными породами свиты Сангареди. Месторождение расположено на вершине столовой горы площадью 5,5 кв.км. В разрезе латеритный покров имеет двучленное строение. В нижней части он сложен псевдоморфными глинистыми продуктами выветривания мощностью 15-20 м. Верхняя, собственно латеритная часть представлена преимущественно высококачественными бокситами мощностью до 30-40 м.

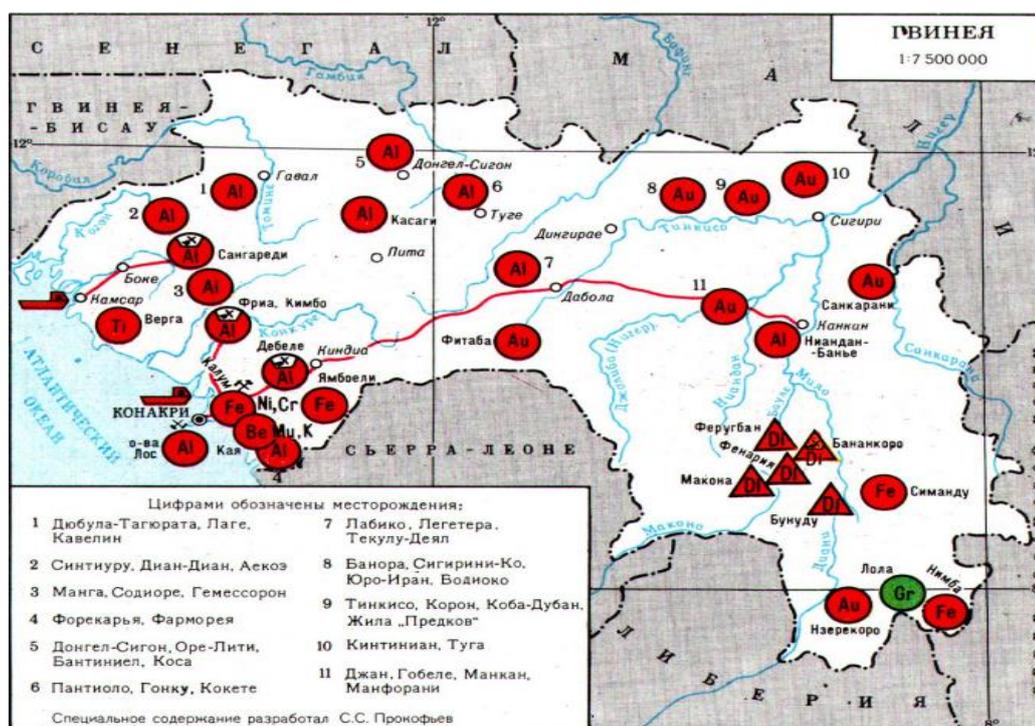


Рис 1.1 Горная промышленность Гвинеи

1.2 Геологические характеристики месторождения бокситов Гвинеи

Боксит является самым важным ресурсом добычи в настоящее время. По запасам бокситов Гвинея занимает 1-е место среди промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран (около 40% запасов, 1980).

Крупнейшие месторождения сосредоточены в центральной и западной частях страны в бокситоносных районах: Боке-Гавал (основные месторождения: Синтиуру, разведанные запасы 501 млн. т, содержание Al_2O_3 46,6%; Диан-Диан, 300 млн. т, свыше 40%; Дюбула-Тагюрата, 431 млн. т, 40%); Фриа-Содиоре (Манга, 507 млн. т, 41,3%; Содиоре, 268 млн. т, 49,6%); Донгел-Сигон (Оре-Лити, 250 млн. т, 47%); Бантиниел (Касаги, 154 млн. т, 46,3%); Дабола (Текулу-Деял, 217 млн. т, 40-45%); Туге (Пантиоло, 390 млн. т, 40-45%; Кокете, 391 млн. т, 40-45%); Дебеле — Киндиа (Дебеле, 44,4 млн. т, свыше 40%). Известны также месторождения бокситов на востоке страны, близ хребта Ниандан-Банье. По генезису бокситы подразделяются на латеритные и полигенные (латеритно-осадочные); основной рудный минерал — гиббсит. Руда, развитая поверхностными изменениями на обломочных осадочных формациях, долеритах и нефелиновых сиенитах. Средняя мощность колеблется от 3 до 9 м под вскрышными породами покрытием незначительной толщины. Месторождения расположены на расстоянии от 100 до 500 км от Атлантического океана.

Гвинея имеет общий потенциал бокситов более 40,14 млрд. тонн, в том числе 10,6 млрд. тонн доказанных запасов и измеренных ресурсов с системным размером ячеек не менее 600х600 м; 18,7 млрд. Тонн и предполагаемых ресурсов и более 10,8 млрд. тонн прогнозируемых ресурсов. Несмотря на этот значительный потенциал бокситов, он производит в среднем только 17 миллионов тонн, из которых 13 миллионов СВГ, 2 миллиона АСГ и 2 миллиона СВК.

Компания	дата создания	вид деятельности	Владелец	Площадь км2	% Государства	место
СВГ	1963	Исследование и добыча бокситов	США	2939	49%	Бокэ Гаул
СВК/ОВК	2001	добыча бокситов	Гвинея Россия	1015	15%	Киндия
Russal Friguia (АСГ)	2000-2001	добыча бокситов	США Россия	1776	15%	Фриа

Таблица 1.1: Крупные горнодобывающие компании, действующие в 2010 году, и их районы

По добыче бокситов Гвинея по экспорту 1-е место (30%) среди промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран. Экспорт бокситов в 1978 по сравнению с 1970 (811 тысяч т) возрос более чем в 10 раз (10,3 млн. т). Месторождения бокситов разрабатываются открытым способом с применением буровзрывных работ.

Форма залежей пластовая (мощность пластов 6-12 м), мощность вскрыши в среднем 0,5 м. В районе Фриа-Содиоре (месторождение Кимбо) разработка ведется с 1959. Производственная мощность карьера свыше 2 млн. т руды в год. Переработка с 1960 — на глиноземном заводе в г. Фриа, извлечение глинозема 85-90% (1978), производство глинозема свыше 600 тысяч т (1980). Вывоз по железным дорогам (длина 145 км) и через порт Конакри. Месторождение в Сангареди в районе Боке-Гавал разрабатывается с 1973. Производственная мощность карьера 9 млн. т. По железным дорогам (длина 138 км) руда поступает на обогатительную фабрику в порт Камсар и далее перевозится рудовозами водоизмещением 45-60 тысяч т.

Производственная мощность карьера в районе Дебеле-Киндия (месторождение Дебеле) -2,5 млн. т руды в год. Руда по железным дорогам (длина 98 км) доставляется в порт Конакри. Для разработки новых месторождений бокситов созданы 3 предприятия по открытой добыче: на месторождениях района Туге (проектная мощность 8 млн. т руды в год), на

месторождении Аекоэ в районе Боке-Гавал (9 млн. т руды в год), где планируется сооружение глиноземного завода мощностью 1,2 млн. т и алюминиевого завода, и на месторождениях района Дабола (6,5 млн. т руды в год), на базе бокситов которого предполагается построить глиноземный завод. Увеличение производства глинозема сдерживается трудностями с электроэнергией, которые будут, возможно, преодолены с введением в эксплуатацию гидроэлектростанции на реке Конкуре.

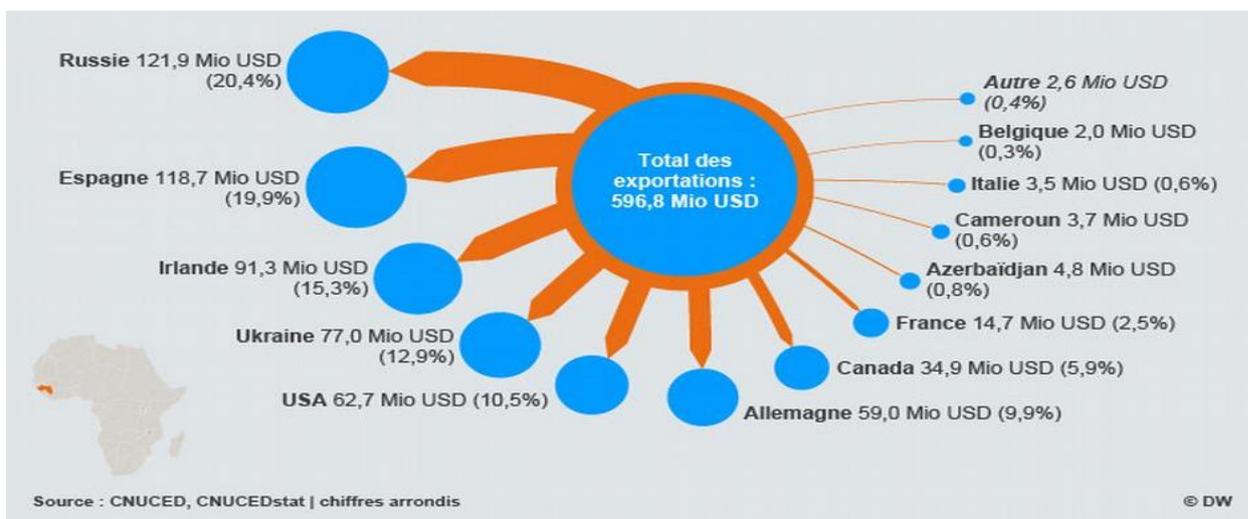


Рис.1.2: Экспорт бокситов в 2010 году в Гвинеи

Потребление алюминия (кг в год на душу населения): **США-29,6; Германия - 22,1; Япония - 20,4; Швейцария -14,2; Франция-12,7; Италия - 12,5; Великобритания: 10,7.**

В рельефе Гвинеи выделяются: Приатлантическая низменность (высота до 70 м), ступенчатое плато Фута-Джаллон (высота 150-1300 м, максимальная — 1538 м), Северо-Гвинейская возвышенность (средняя высота около 800 м, максимальная — 1752 м) и равнины Верхнего Нигера (высота 300-400 м).

Климат Гвинеи четко прослеживаются два сезона: Сухой сезон и дождливый сезон. Климат Гвинеи различается в зависимости от топографических зон, преимущественно - субэкваториальный.



Рис.1.3 Среднее количество дождливых дней в Гвинее

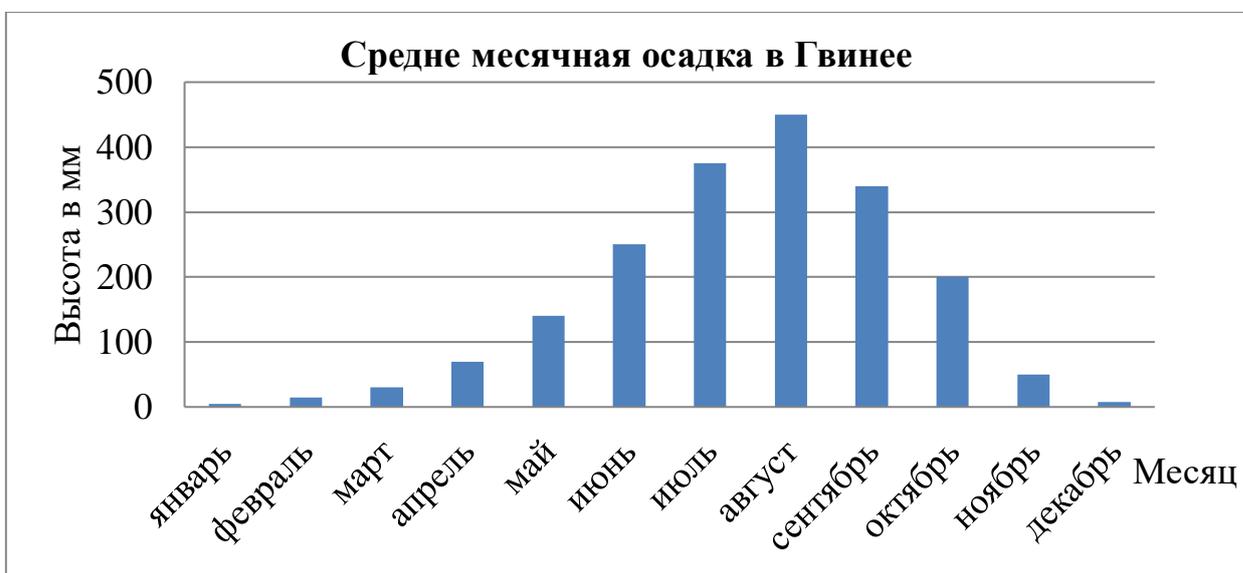


Рис.1.4 Средне месячная осадка в Гвинее

Годовое количество осадков на побережье свыше 4000 мм, в остальных районах 1200-1500 мм. Наиболее значительные реки: Нигер, Когон, Нуньес, Фатала, Конкуре (устья некоторых рек судоходны). Преобладает лесосаванная растительность, южный склон Северо-Гвинейской возвышенности покрыт влажными экваториальными густыми лесами (около 4% территории), на западе страны — мангры.

Подземные воды на территории Гвинее имеют ограниченное распространение. Основные запасы грунтовых вод связаны с аллювием долин крупных рек Нигер, Томине и др.(удельные дебиты скважин 1-2 л/с, иногда до 4 л/с) или с трещиноватыми породами нижних частей кор выветривания в пониженных участках рельефа (0,1-1,5 л/с). В коренных

породах запасы подземных вод в основном незначительны, за исключением песчаников, вскрытых скважинами с удельными дебитами 6-7 л/с. Подземные воды ультрапресные, с минерализацией до 0,3 г/л, гидрокарбонатные, по катионному составу смешанные. Разгрузка подземных вод осуществляется только во влажные сезоны. В сухие периоды расходы рек резко сокращаются, большинство источников исчезает, что создаёт трудности при водоснабжении.

1.3 Технология разработки месторождения бокситов

В Гвинее исследование технологические процессы разработки бокситов на карьере осуществляется к:

подготовке пород к выемке (бурение, зарядание, взрывание);

- выемочно-погрузочные работы (экскавация);
- перемещение горной породы (транспорт пустых вскрышных пород и полезного ископаемого самосвалами, железнодорожным транспортом...);
- отвалообразование, складирование и рудосортировка на складах.

Различение непрерывную (поточную), циклическую и комбинированную технологию ведения открытых работ - в зависимости от типа используемых машин: непрерывного (ротаторные экскаваторы, фрезерный экскаватор, конвейер...) или циклического действия (одноковшовые экскаваторы, самосвалы...).

Методы ведения взрывных работ:

- скважинными зарядами;
- котловыми зарядами для специальных взрывов;
- камерными зарядами, расположенными в отдельных камерах, для проведения специальных взрывов.

Котловые и камерные заряды разрушают массив крайне неравномерно, поэтому они не используются в технологии добычи руды.

Типы применяемых ВВ:

- гранулированные (алюмотол, гранулотол, граммонит, гранулит, граммонит, игданит...)
- самый распространенный тип, заряжается пневмозарядчиком;
- водонаполненные (акватол, ифзанит)
- добавка воды и загустителя облегчает механизацию зарядки, обеспечивает очень высокую плотность зарядания, а также позволяет заряжать обводненные скважины;
- порошкообразные (аммонит, аммонал, детонит...)
- обычно используются для вторичного дробления негабаритов;
- пластичные (парамит).

На карьерах в Гвинее, буровые станки дизельные и имеют штангу, позволяющую без наращивания става обуревать уступ, высотой 12м. Буровая мелочь при этом всасывается через штангу и накапливается в емкости

бункера бурового станка. По мере заполнения бункера буровой мелочью происходит мгновенный боковой выхлоп ее в сторону от забоя на расстояние примерно 50-70м. В качестве взрывчатого вещества используется Slory, представляющее собой жидкое ВВ, заливаемое через зарядной машиной шланг в скважины. Это ВВ через 2-3 минуты затвердевает в скважине, несколько увеличиваясь в объеме и плотно прилегая к ее стенкам. В застывшем виде ВВ напоминает твердый пенопласт серо-зеленовато-желтого цвета. Основные компоненты Slory аммиачная селитра и вода, плюс порядка 12 различных добавок. Приготовление этого ВВ происходит непосредственно в зарядной машине, называемой зарядным заводом. Для инициации скважинных зарядов вместо детонирующих шнуров (ДШ) применяются электро детонирующие шнуры (ЭДШ), более мягкие и тонкие и позволяющие присоединения между собой под любыми углами для безотказного взрывания.

Месторождения разведаны с сеткой скважин, как правило, 100 на 100м с категориями запасов. Детальная разведка ведется в процессе эксплуатации постепенным сужением сетки скважин к забоям: 50x50, 25x25, 12x12 и 6x6м и осуществляется с помощью промышленных бурстанков. Уточнение качественных показателей в скважинах осуществляется по цвету буровой мелочи, а через 1-3 скважины - с помощью физико-химического экспресс-анализа. На этой основе осуществляется текущее и оперативное планирование горных работ, организация работы горной и транспортной техники для обеспечения требуемых показателей качества руды. На усреднительном складе производится стабилизация качества добываемой руды путем поэтапного ее усреднения до требуемых значений колебаний содержания глинозема и кремнезема в порции руды в объеме железнодорожного состава. Затем на складах завода и порта в г Камсар производится дальнейшая стабилизация показателей качества руды уже в порции тоннажа судна-рудовоза и т.д. Таким образом, осуществляется минимизации затрат глиноземных и алюминиевых заводов. Компанией Халко предусмотрено строительство глиноземного завода в г Камсар с целью сокращения объема морских перевозок.

На карьерах для выемки и погрузки взорванных горных пород обычно применяют машины циклического действия - одноковшовые экскаваторы или, реже, фронтальные погрузчики.

Для выемки мягких вскрышных пород (без взрывов) используются машины непрерывного действия - фрезерный экскаватор (пример на карьер Фрия, они используют фрезерные комбайнов 2100SM и 2200SM), многочерпаковые цепные и роторные экскаваторы. Землеройно-транспортные машины, бульдозеры, самоходные скреперы, используют на

вспомогательных работах (строительство дорог, планировка рабочих и отвальных площадок). Порожний магистральный состав в 120 полувагонов, грузоподъемностью 90т, расформировывался на при карьерной станции и в карьер, с помощью карьерных тепловозов, подавались под погрузку составы в 30-40 вагонов.

В карьере Дебеле работает 9 экскаваторов: 8 мехлопаты фирмы P&H с емкостью ковша 8м^3 и один гидравлический экскаватор со сменной стрелой и рукоятью для работы прямой и обратной лопаты фирмы Liebherr R984C Litronic с емкостью ковша $9,5\text{м}^3$. Он использовался для отработки линз и лент обводненных глинистых бокситов в комплекте с автосамосвалами DDB (Джон Давид Браун - английская фирма), грузоподъемностью 70т. Глинистые бокситы разгружались автосамосвалами на кровлю взорванных каменистых для просушки и затем отгружались совместно с ними в железнодорожные вагоны.

Груженные вагоны подавались на при карьерную станцию, образуя склад бокситов на колесах в размере 2-3-х магистральных составов. Магистральный локомотив, после доставки порожних вагонов, подцеплял 120 груженных и по «бархатному пути» с высокой скоростью (мощность локомотива позволял иметь техническую характеристику скорости в 280 км/час) доставлял бокситы на разгрузку для дробления и т.д. в г.Камсар.

Истощение запасов уникального месторождения Сангареди и постоянно растущий спрос на бокситы потребовал вовлечения в разработку соседних месторождений (Биди-Кум, Силидора, Н'Дангара Бунду Ваде и др.) с отличными от месторождения Сангареди показателями и вариацией качества. А, следовательно, возникает необходимость ряд новых технических решений. Произведена замена железнодорожного карьерного транспорта на автомобильный, как более маневренный и создан резерв добычных забоев и экскавационной техники. Наряду с экскаваторами, приобретены колесные погрузчики фирмы Michigan с емкостью ковша 10м^3 , как маневренные между забоями машины. Передние, ведущие колеса этих погрузчиков обуты в стальные кольчуги для усиления сцепления колес с рабочей площадкой, внедрения ковша при выемке бокситов и уменьшения износа резины колес. Создан карьерный усреднительно - перегрузочного склада руды перед погрузкой в локомотиве составы. В структуру управления предприятием введена служба перспективного, текущего и оперативного планирования горных работ.

Разгрузка боксита осуществляется роторным вагоноопрокидывателем. Выгруженный боксит попадает в приемные бункера, откуда пластинчатыми питателями тяжелого типа подается на молотковые дробилки крупного дробления – происходит дробление боксита. Дробленный материал системами

транспортеров распределяется по закрытым складам. На среднее дробление боксит кранами подается в приемные бункера, откуда пластинчатыми питателями тяжелого типа направляется в дробилки. Для среднего дробления в цехе используются молотковые и щековые дробилки. Перед дробилками среднего дробления установлены колосниковые грохота, расстояние между колосниками которых до 60 мм. Нижний продукт грохотов, минуя дробилки, смешивается с основной массой дробленого боксита, подаваемого ленточными конвейерами в отделение мелкого дробления. Мелкое дробление производится конусными дробилками. Для предварительного грохочения в отделениях мелкого дробления применяются колосниковые грохота. Дробленный боксит, смешиваясь с нижним продуктом грохота, системами транспортеров подается в приемные бункера отделений мокрого размола. На размол поступает дробленный боксит/дробленая шихта, состоящая из боксита и извести, крупностью 10-25 мм.

Технологическим продуктом отделений мокрого размола является сырая пульпа – механическая смесь бокситовой боксито-известковой шихты и щелочного раствора. Измельчение шихты осуществляется в шаровых мельницах мокрого помола с классификацией полученной пульпы в гидроциклонах. Размол и классификацию производят в две стадии, отделяя в процессе измельчения крупные куски от кусков, достигших требуемой тонины помола. В результате размола получают сырую пульпу (фракция +160 мкм – не более 2,5 %, фракция -56мкм – не менее 75 %). Продукционная, сырая пульпа перед подачей в автоклавные отделения выдерживается в мешалках сырой пульпы от 40 минут до 8 часов, где происходит усреднение ее состава и частичное обескремнивание при $t = 100-105$ °С. Также в этих мешалках, при необходимости, производится обработка пульпы воздухом для окисления сульфидной серы, при содержании последней сверх установленных количеств.

Гвинейский компания CBG, с 1973 года, его деятельности находятся:

- Извлечение бокситов на карьере сангареди,
- транспорт по железной дороге на расстоянии 133 км,
- дробление,
- высушивания,
- загрузка судов в Минеральный порт.

Измельчение – это разрушение твердого тела (боксита) до требуемых размеров. Измельчение может достигаться с помощью дробления и размола материала. Процесс характеризуется уменьшением линейных размеров кусков (зерен) измельчаемого материала.

Основным количественным показателем процесса измельчения является степень измельчения – это отношение максимального размера кусков (зерна).

$$i = D_{\max}/d_{\max}$$

Где: D_{\max} - исходного материала к максимальному размеру кусков (зерна).

d_{\max} - измельченного продукта.

По размеру исходного и измельчённого продукта выделяют:

Дробление:

Дробление	D, мм	d, мм
Крупное/грубое	1200-1000(500)	300-100
Среднее	300-100	100-25
Мелкое	100-10	25-5

Размол:

Размол	D, мм
Крупный/грубый	1-0,5
Средний	0,5-0,1
Мелкий	0,1-0,04

Дробление пород осуществляют раздавливанием, раскалыванием и ударом; размол – истиранием и ударом. Разделение между дроблением и размолем условно. Бокситы с высокой и средней прочностью, как правило, измельчают в две стадии, бокситы с малой прочностью – в одну стадию. Твердость боксита зависит от вида минералов, входящих в состав боксита:

Физические свойства гидроксидов и оксидов алюминия

таблица 1.2

Минерал	Плотность (d), г/см ³	Твердость (по шкале Мооса)
Гиббсит	2,420	2,5-3,5
Байерит	2,487-2,529	2,5
Бемит	3,010-3,060	3,5-4
Диаспор	3,300-3,500	6,5-7
γ -Al ₂ O ₃	3,500-3,770	–
Корунд	3,950-4,020	9,0

Грохочение – процесс разделения сыпучих материалов по крупности на поверхностях с калиброванными отверстиями.

Дробление боксита крупное и среднее дробление осуществляется в дробилках, принцип действия дробилок следующий:

- а) щековые – разрушение материала раздавливанием, раскалыванием и частичным истиранием в рабочем пространстве, образованном двумя щеками, при их периодическом сближении (крупное дробление);
- б) конусные – материал дробится раздавливанием, изломом и частичным истиранием между двумя коническими поверхностями, одна из которых движется эксцентрично по отношению к другой (крупное, среднее и мелкое дробление);
- в) валковые дробилки – раздавливание материала между валками, вращающимися навстречу друг другу или между валками и колосниковой решеткой;
- г) ударные дробилки – делятся на молотковые и роторные; основной способ разрушения – удар шарнирно подвешенных молотков или жестко укрепленных бил.

Размол боксита осуществляется в шаровых мельницах – машинах, в которых материал измельчается внутри вращающегося барабана под воздействием дробящих сил. Наибольшее применение при измельчении алюминиевых руд нашли шаровые мельницы с центральной загрузкой, у которых длина барабана несколько больше диаметра, и трубные мельницы, длина которых больше трех диаметров.

СВГ рассматривает бокситы, чтобы сделать его чистым для международного рынка. Боксит красный цвет, богатый глиноземом, позволяя производить алюминий. Для этого требуется 5 основных этапов:



Боксит, добываемый в карьерах, транспортируется на завод в вагонах.

Перевозка вагонов (выгружать бокситов в резервуаре) Каждый вагон выгружается на 12 метров.





Тумблер. Каждый вагон весит 25 тонн и перевозит 82 тонны бокситов. Каждый день выгружается 600 вагонов. Боксит измельчается, чтобы не иметь проблем с его весом и объемом. Затем боксит высушивается в печи при 800° . Боксит транспортируется в печи для

нагрева до 800° , чтобы обеспечить испарение воды (от 12% до 6% влаги). На лодке который транспортирует 60 000 тонн, это позволяет экономить 3600 тонн.

После высушивания, боксит временно хранится в огромном склад.



Наконец, боксит транспортируется к лодкам.

Поставка конечного продукта на судно, минеральный порт.

Конвейеры подача бокситовые лодки, и длиной 1800 метров. CBG требуется по контракту для перевозки судов в течение 24 часов. В целом, лодки загружаются через 6 часов, то есть 10 000 тонн в час.



Во время этого процесса появляется много пыли, которая является проблемой для здоровья, для воздуха. Вот почему CBG поднимает эту пыль и превращает ее в гранулы, поэтому пыль «перерабатывается», и распространяются гораздо меньше, чем раньше. Эта система сбора пыли стоит много воды. Для этого CBG обрабатывает 2400 м³ в день на очистной установке для очистки сточных вод.

Гвинея известна своим качеством ресурсов бокситов, особенно на карьере Сангареди. Но сегодня ресурсы последних истощаются, содержание

глинозема в карьере Сангареди составляет 60%, а в среднем 45%. Зная, что этот качественный боксит скоро закончится, СВГ хранит этот боксит лучшего качества с нормальным бокситом (45% содержания оксида алюминия), чтобы получить боксит более чем на 50% оксид алюминия.

Инфраструктура СВГ в настоящее время: карьеры в Сангареди - месторождения: Сангареди, Биди Кум (заканчивается), Силидара (заканчивается), Бунду Ваде (вводится), Ндангара (вводится); железная дорога - 136 км ("бархатный путь"); завод по дроблению сушке, усреднению бокситов и промышленный порт в городе Камсар. Так называемый бархатный путь представляет из себя трассу железнодорожного пути с уклонами не более 6‰ и радиусами закругления не менее 600м, а железнодорожное полотно представляет собой рельсы, длиной по 400м, привинченные к металлическим шпалам специального профиля. Компанией предусмотрен рост годовых объемов добычи до 24 и более млн.т

1.4 МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЕБЕЛЕ

1.4.1 Геологические характеристики месторождения Дебеле

Бокситы месторождений Дебеле - полиминеральные образования, главным компонентом всегда является гиббсит, второстепенные бемит, гематит, кварц находятся в них в переменных, иногда существенных количествах. Основные алюминий содержащие фазы гиббсит и бемит - представлены несколькими кристалломорфологическими разновидностями. В качестве незначительных примесей установлены каолинит, гидрослюда, диаспор, ильменит, рутил, анатаз, лейкоксен, франколит, циркон, роговая обманка, турмалин.

Месторождение Дебеле образовалось в палеоген-неогеновое время при выветривании палеозойских сланцев. В основании бокситов залегают глинистые продукты коры выветривания. Бокситы делятся на элювиальные (структурные или остаточные) и делювиальные (обломочные, переотложенные) на склонах бовалей.

Основные минералы их — гиббсит, гематит с незначительной примесью бёмита, каолинита и минералов титана. Они содержат (%): Al_2O_3 51–62, SiO_2 1–2, оксидов железа 2–6 и TiO_2 2,5–3. Бортовое содержание Al_2O_3 составляет 50 %.

Месторождение Дебеле приурочено к латеритным коры выветривания, перекрывающим в виде плащеобразного чехла поверхность одноименной столовой горы ("бовали") площадью около 7,5 кв.км. В строении района принимают участие терригенные отложения двух свит: песчаники ордовикской свиты Пита и существенно глинистые породы силурийской

свиты Телимеле. Осадочные породы образуют пологую синклиналию складку вытянутую в северо-восточном направлении. В профилях латеритных бокситоносных коры выветривания установлены последовательные стадийные превращения исходных минералов материнских пород: силикатов, оксидов, карбонатов, сульфидов. Выявлены резкие ступенеобразные изменения минерального состава на границах их зон. Строение профиля зависит от состава материнских пород и геоморфологической позиции участка. В результате процессов выветривания коренные породы превращены в типичные латеритные коры мощностью от 7,5 до 35 м. В разрезах коры выделяются четыре зоны: начального разложения, глинистая, переходная и полуторных окислов алюминия и железа. Их мощности зависят от общей мощности коры, форм рельефа, положения современного уровня грунтовых вод и других факторов. Наибольший интерес представляет верхняя зона, где располагаются все залежи бокситов. Последние имеют плаще- и линзообразную форму. Их мощность в среднем составляет 7-10 м.

Бокситы месторождения Дебеле отличаются сравнительно простым минеральным составом. По данным рентгенофазового и термического анализов, породы верхней промышленной зоны латеритной коры (зоны полуторных окислов) на 90-95 состоят из трех-четырех минералов: гиббсита, бемита, гетита и гематита. В соответствии с условиями, принятыми для месторождения Дебеле, оконтуривание рудных тел проводится по минимальному содержанию глинозема в бокситах равному 40%. По нашим расчетам, оно соответствует пятидесяти процентному содержанию в них главного рудного компонента - гиббейта. С учетом содержания Al_2O_3 в этом минерале (65,4%) и соответствующей поправки по выше приведенному уравнению регрессии это отвечает 37,22% глинозема в бокситах. Остальные 2,5-3% глинозема приходятся на постоянно присутствующие в рудах 2-4% бемита и диаспора, а также на небольшие примеси каолинита и гидрослюд. Задача определения мощности рудных тел по скважинам в значительной степени облегчается наличием резких скачкообразных изменений минерального и химического состава пород при переходах от собственно бокситов зоны полуторных окислов к латеритам переходной зоны. Оконтуривание рудных тел по пятидесятипроцентному содержанию гиббейта по четырем разведочным профилям буровых скважин, пройденных на недавно разведывавшихся так называемых "малых залежах" месторождения Дебеле, показало практически полное их совпадение, с контурами, установленными по химическому опробованию.

Обоснование месторождения Дебеле состоит в том, что к нему относятся не только основная залежь, но и отдельные, рядом расположенные залежи с небольшими запасами глинозема. Одна из них "Южная" которая является предметом рассмотрения в данной работе

Месторождения " Дебеле" слагается одной массивной залежи и нескольких залежей меньше и размера. Примером таких залежей, является залежи "Южная" характеристика которой приведена в таблица 1.3.

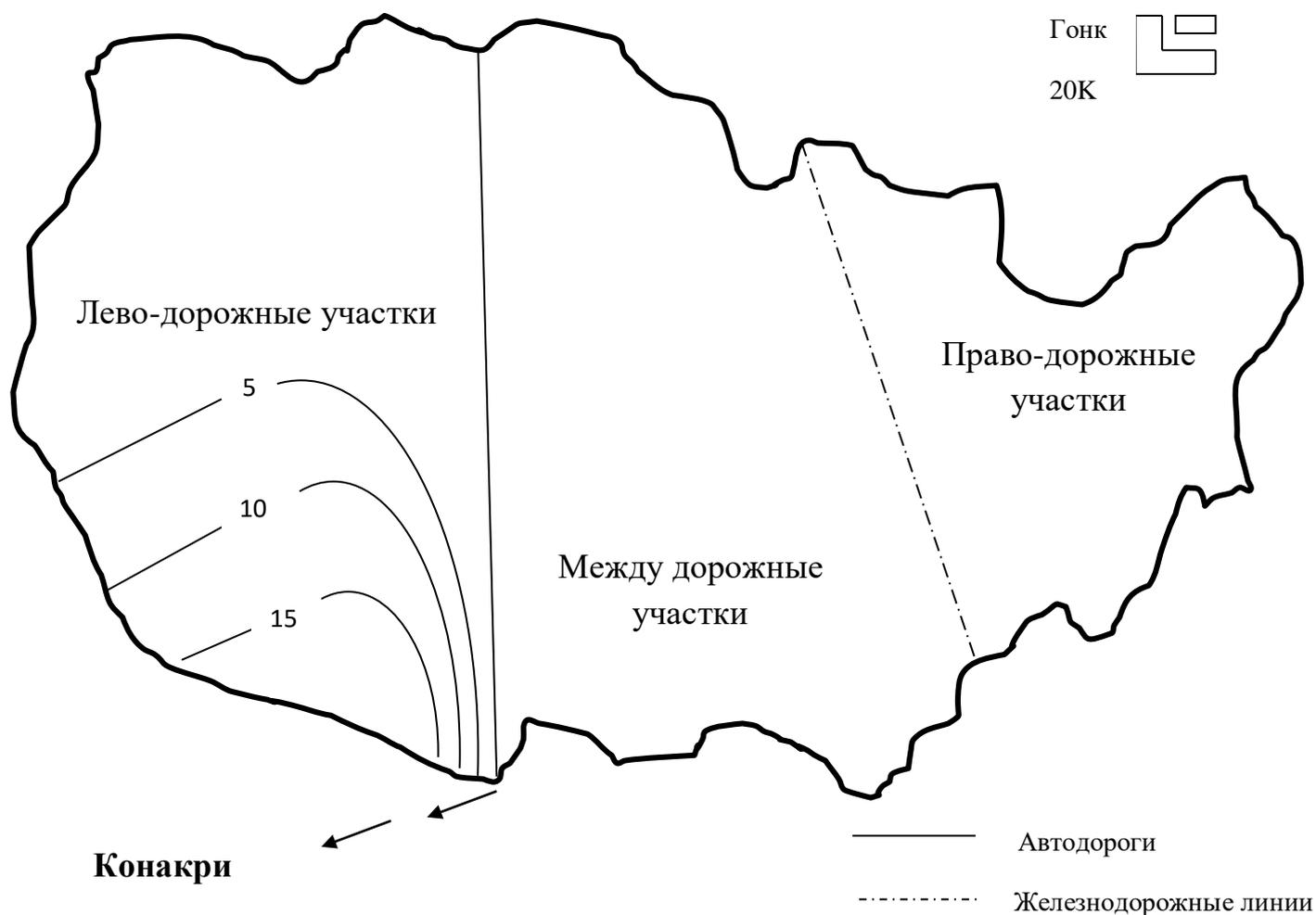


Рис.1.5. Месторождение Дебеле (залежи "Южная")

Характеристика залежи южная

(таблица 1.3)

Участки	Мощность вскрышных пород, м	Мощность бокситов, м	Прочность бокситов мпа	Содержания Al_2O_3 %	Запасы бокситов тыс.м
Леводорожный	15(2,3)	18(8)	40,4	45	1200
Междудорожный	14(2,1)	12(6,6)	23,8	47	840
Праводорожный	8(1,8)	10(4,1)	73,1	45	620

Особенность ее является то, что она железной и автомобильными дорогами разрезана на три части. До настоящего времени ее запасы относятся к за балансовым из-за сложности ее отработки традиционной технологией с использованием взрывного разрушения массива, которое сопровождается разлетом кусков горной массы сейсмическим эффектом и направлением организации движения транспорта и особенно железнодорожных перевозок.

Характеристики залежи :

В границей залежи " Южная" земная поверхности практически равная только в южной части участка "Лево-дорожной" является холм высотой до 10 м сложенный рыхлыми пустыми породами которые необходимо переместить в выработанное пространство.

Следует иметь ввиду, что часть запасов будет потерянный в целиках под железной и автомобильным магистралями (около 15%)

Поэтому целью работы является обосновании технологии отработки запасов бокситов, которая обеспечить техногенную и экологическую безопасность разработки месторождения.

1.5 Анализ литературных источников

Подготовка крепких горных пород к выемке требует значительных затрат в производственном цикле горного предприятия. Однако за прошедшее десятилетие в мире осуществлен значительный прорыв в области безвзрывной подготовки горной массы к выемке. Он основан на результатах научно-исследовательских работ ведущих мировых компаний, которые занимаются производством выемочно-погрузочного оборудования для горных работ.

Комплексное минералого-геохимическое изучение гвинейских бокситов с помощью [5] рентгенофазового анализа и других методов исследования, а также разработка на их базе новых методов опробования бокситов и технологической оценки их качества. Минералого-технологическая классификация бокситовых руд месторождений Гвинеи позволяет непосредственно в ходе геологоразведочных работ определить сортность бокситов по разведочным скважинам и отображать результаты этих исследований на геологических разрезах и планах, т.е. проводить минералого-технологическое картирование месторождений.

Диссертационной работы [8] состоит в разработке минералогического метода опробования бокситов, позволяющего существенно снизить затраты на проведение химического опробования при проведении разведочных и эксплуатационных работ.

Определений минерального состава бокситов [9] позволяет закономерности распределения различных по составу типов руд в пределах

изученных разведочных разрезов. Как показали исследования, бокситы отличаются существенными колебаниями количественного минерального состава. Основная анализа из двух крупнейших бокситовых месторождениях Гвинеи Сангареди и Дебеле - показано, что минеральный состав бокситов достаточно однообразен, а его вариации определяются изменениями количественных соотношений нескольких минеральных фаз: гиббсита, бемита, гетита, гематита. Что главные алюминий содержащие фазы (гиббсит и бемит) представлены в бокситах несколькими кристалломорфологическими формами, образование которых обусловлено локальными вариациями условий кристаллизации.

Анализ литература [6;7] результат показал, что вид анализа позволяет достаточно определить минеральный состав и благодаря относительно простые химических данных. На их основе могут оконтуриваться рудные тела, подсчитываться их мощности по разведочным пересечениям, определяться средние содержания всех основных химических компонентов руд и, в конечном итоге, подсчитываться запасы.

В практике открытых горных работ [4], основные виды горных машин, осуществляющих безвзрывную подготовку крепких горных пород к выемке. К ним относится: бульдозер-рыхлитель; экскаватор с усиленным копанием (ковшом активного действия); гидравлический экскаватор с гидравлическом молотом; гидравлический экскаватор с земной ковша на зуб-рыхлитель; гидравлический экскаватор с роторной фрезой; роторной экскаватор с усиленным копанием; фрезерный комбайн.

Выбор определенного вида машины для рыхления горных пород [11] при разработке конкретного месторождения является сложной научно-практической задачей, решение которой позволяет уменьшить эксплуатационные затраты, снизить объемы пере измельчения горной массы, обеспечить непрерывную работу предприятия и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Вопрос переход от буровзрывной подготовки горной массы к безвзрывной технологии [3;32] при разработке месторождения бокситов на карьере Дебеле был обусловлен необходимостью уменьшения объемов переизмельчения горной массы при рыхлении, повышения безопасности ведения горных работ, эффективности использования недр и экологической безопасностью .

Новожилов М.Г. [1], автором приведены данные о технологии открытые разработки месторождений полезных ископаемых. В книге рассмотрены принципиальные способы проведения траншей и строительства карьеров, вскрытие карьерных полей, системы открытой разработки месторождений, схемы комплексной механизации карьеров, а также научные основы проектирования современных карьеров. В книге отражены достижения

мировой горной науки и техники, опыт работы передовых горных предприятий, работы советских ученых и исследователей-горняков, создавших научные и теоретические основы открытой разработки месторождений полезных ископаемых, опыт научно-исследовательских и проектно-конструкторских организации, занимающихся открытой разработкой месторождений

В данном учебнике [1] рассматриваются общих закономерностях организации и производства открытых горных работ.

Главные разделы:

- о вскрытии рабочих горизонтов карьеров как совокупности принципов и технических решений по обеспечению грузо-транспортной связи между забоями и пунктами приема горной массы;
- главной задаче открытых горных работ - перемещении вскрышных пород и полезного ископаемого из массива к месту их назначения,
- о системах разработки как совокупности принципов и технических решений о порядке выполнения вскрышных, добычных и горно-подготовительных работ от начала до окончания их ведения;
- о комплексной механизации горных работ как совокупности принципов и технических решений по комплектованию цепи взаимосвязанных в работе машин и механизмов, обеспечивающих экономичное и эффективное выполнение всех производственных процессов в увязке с принятыми решениями по вскрытию рабочих горизонтов и по системам разработки.

В учебнике развита научная база, показано методологическое и технологическое горных работ и их механизации для разнообразных природных условий и при использовании различного карьерного оборудования. При этом принимаемые принципиальные технические решения, базируются на физико-технических характеристиках разрабатываемых горных пород.

В настоящее время за рубежом наметилась тенденция применения на карьерах комбайнов непрерывного действия с различными рабочими органами, обеспечивающих технологические процессы подготовки к выемке (механического отделения от массива), первичного дробления и погрузки горной массы. Преимущественной областью их применения является разработка пород не выше средней крепости и, что самое важное, пластов небольшой мощности. Исследования и практический опыт применения комбайнов показали, что они представляют реальную альтернативу буровзрывным методам и в более крепких породах. Такого рода фрезерные комбайны для открытых горных работ помимо обеспечения высокой мобильности (позволяют легко и быстро перемещаться из одного забоя в

другой) и селективности отработки забоев (обеспечивают минимальные потери при добыче, способствуют селективной выемке полезных ископаемых различного качества, снижают показатели разубоживания горных пород) позволяют достичь высокого уровня поточности горного производства при его конвейеризации (есть возможность контролировать и управлять кусковатостью горной массы) в сочетании с автоматизацией добычных, погрузочных и транспортных операций при использовании дистанционного управления. Комбайновая технология формирует целый комплекс предпосылок для создания экологически чистых технологических процессов и повышения экономической эффективности открытых разработок[16;17].

При журнал " Горная Промышленность" [12;13;14], Применения безвзрывной разработки бокситов с помощью комбайнов Wirtgen Surface Miner моделей 2100 SM и 2200 SM, показалось что, разработки технологии бокситов эффективно на карьере Фрия и Дебеле, и это технология снижается себестоимость горных работ, повышается производительность труда и уменьшается вредное воздействие горных работ на окружающую природную среду.

Зарубежный опыт применения фрезерных машин для добычи различных полезных ископаемых свидетельствует о наличии четырех конструктивных типов фрезерных машин [18]:

1) машины с фрезерованием по поверхности, оснащенные режущим органом, представленным барабаном с резцами. К этому типу относятся машины фирм Surface Miner, Wirtgen, Easi-Miner, Huron, C-Miner, PWH/Paurat;

2) машины с фрезерным рабочим органом, установленным на стреле (WAV-170, Westfalia Lunen, TB-3000, Dosko, CME-12, Ranco);

3) машины с черпающими колесами, представляющие собой выемочный агрегат с несколькими установленными рядом колесами при интегрированными в них черпаками (Satterwhite, Wheel, McNally);

4) плужные экскаваторы, оснащенные лемехами с резцами (H-Loader, Halland).

Обоснование технологии параметров ,технологических процессов разработки запасов бокситов залежь "Южная " является актуальной научной задачей.

1.6 Цель, задачи и методы исследования

В процессе выполнения работы возникли:

Объект исследований - технология добычи бокситов открытым способом.

Предмет исследований - параметры процессов подготовки и выемки бокситов.

Цель работы - Обоснования технологии отработки запасов бокситов, которая обеспечить техногенную и экологическую безопасность разработки месторождения..

Задачи исследований:

1. Проанализировать возможность применения различных технологий разработки с учетом специфических условий месторождения бокситов Гвинеи.
2. Обосновать возможность, использования безвзрывных технологии разработки бокситов.
3. Определить область рационального применения различных технологии добычи бокситов.

Методы исследований- обобщение и анализ литературных источников и результатов ранее выполненных исследований в области подготовки горных пород к выемке; анализ теории и практики добычи бокситов открытым способом; аналитические и технико-экономические расчеты; научные наблюдения; компьютерное моделирование объектов горного производства; геометрический анализ.

Выводы

На основе анализ геологических месторождения бокситов в Гвинеи показали что:

1. Изучение физико-механических свойств пород, слагающих верхние горизонты. Породы характеризуются монолитной мелкозернистой тонкодисперсной структурой и повышенной абразивностью. Залежь рассечена автодороги и железной дорогами , большая часть запасов при отработке по традиционной технологии находится в целиках взрывоопасных зон, при рассмотрении условий применения технологии безвзрывной горных работ. Восточная часть участка примыкает к асфальтовой автомобильной дороге и представляет собой косогор с уклоном поверхности 7–8°.
2. По результатам работ существующее необходимости использования только промышленного железнодорожного транспорта для перемещений бокситов из карьеров
3. В результате исследования, что наиболее эффективной применения безвзрывной технологии подготовки горной массы к выемке на карьере, является использования гидравлического экскаватора обратная лопата с применением зуба-рыхлителя вместо ковша. При применения гидравлического экскаватора обратная лопата на месторождения добыча бокситов, не аффлектируют капитальные затраты.
4. К переходе работы на безвзрывную работу уменьшают отходов полезного ископаемых и повышают эффективность извлечения недр, повышают уровня безопасности производственных процессов, уменьшают негативного влияния на окружающую среду.

ГЛАВА 2: АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ РЫХЛЕНИЯ БОКСИТОВ БУЛЬДОЗЕРАМИ РЫХЛИТЕЛЯМИ

2.1 Введение:

В горнодобывающей практике селективное извлечение горных пород при механическом способе их разрушения получил достаточно широкое распространение. Это комбайны для подземных разработок, бульдозерно-рыхлительные агрегаты канатные и баровые пилы, пневмобутобой и др. Применительно к открытым горным разработкам эффект механического воздействия исполнительных органов выемочно-погрузочных машин на горный массив взамен применения буровзрывных работ, кроме карьерных гидравлических экскаваторов, в широких масштабах практически не используется. Что касается гидравлических экскаваторов, то несмотря на возросшее в последнее время их количество, область их применения ограничена энергосиловыми и массогабаритными параметрами. На сегодняшний день использование самых мощных в мире гидравлических мехлопат типа RH-300 и H-485 с усилием копания, соответственно 2200 и 1800 кН, допустимо при выемке пород из массива с коэффициентом крепости до 4-6 баллов по шкале проф. М.Протодяконова [16].

Концепция "бесперспективности" механического способа разрушения полускальных и частично скальных горных пород основана на высоком абразивном износе рабочего инструмента, большой энергоемкости процесса и необходимости опережающего увеличения энергосиловых и массогабаритных параметров горной техники. Зарубежные исследования последних лет доказывают ошибочность таких утверждений. Возможность формирования относительно малого по амплитуде и значительно растянутого во времени импульса нагружения, высокий энергетический коэффициент полезного действия процесса механического разрушения горных пород, использование новых конструктивных материалов и методов упрочнения рабочих поверхностей механизмов и инструмента горных машин, применение гидропривода в силовых установках и использование физико-химических способов воздействия на горный массив (например, подача поверхностно активных веществ под резец исполнительного органа в рабочем процессе) открывает новые перспективные направления создания и освоения в практике открытых горных работ мощных выемочно-погрузочных машин, основанных на

принципе механического воздействия на разрабатываемый горный массив [16].

В ряде государств, в том числе в Германии, перед проектированием предприятия рекомендуется проводить сейсмическую разведку месторождения с целью определения скорости распространения сейсмических волн в массиве горных пород и установления класса породы. Это позволяет принципиально рекомендовать тип оборудования для разработки горного массива, которое в последствии уточняется.

Предложения автора [19] таблица повсеместно используется в горнодобывающей промышленности ФРГ (таблица 2.1).

Анализируя таблица 2.1 и составленную характеристику пород залежи "Южная" которые представлены; в основном каменистыми (54%) и рыхлыми (46%) разновидностями, причем первые представляют собой трещиноватые породы, состоящие из глыб и блоков размером 0,2...2 и более метров (в среднем 0,4-0,6 м), вторые м'якими глыбами каменистых разностей с щебеночно-дресьяно-глинистым заполнителем в качестве от 50 до 90%, слабо цементирующим крупные обломки, прочность которых составляет 23-80 МПа что соответствует 5-6 классу, можно прийти к выводу, что они все могут разрабатываться механическими средствами.

Взаимосвязь скорости сейсмических волн, класса пород и рыхлительного оборудования

Таблица 2.1

Класс	Скорость волны м/сек	Материал пород	Рыхлительное оборудование
3	300-500	Легкий грунт а) от несвязанного до слабо связанного б) песок, гравий, ил	Колесные экскаватор и погрузчики
4	500-800	Средний грунт а) связный, слабо пластичный б) суглинок, лесс, мергель, галька	Колесные экскаватор и погрузчики
5	800-1200	Тяжелый грунт а) сильно связный, вязкий б) глина, камни больше 30 см	Гусеничные погрузчики, экскаваторы (17-25т)
6	1200-1700	Легкая скальная породы а) рыхлая	Гусеничные бульдозеры 25т (V_s до 1400 м/сек)

		б) сильно трещиноватая и крепкая, выветренная мягкая	
7	1700-1900	Тяжелая скальная порода а) трещиноватая б) тонкослойная крепкая	Гусеничные экскаваторы (40-70т) (V_s до 1800 м/сек) Гусеничные бульдозеры (40-50т) (V_s до 1800 м/сек)
7	1900-2300	Тяжелая скальная порода а) малотрещиноватая б) вулканическая, крупно-кусовая в) валуны, сцепленные между собою	Гусеничные бульдозеры (50-80т) (V_s до 2100 м/сек)
7	2300-3000	Почти массивная, плотная порода	Гусеничные бульдозеры (60-70т) (V_s до 2600 м/сек) Гусеничные бульдозеры больше 80т (V_s до 3000 м/сек)
7	Свыше 3000	Массивная очень плотная порода	Взрывание

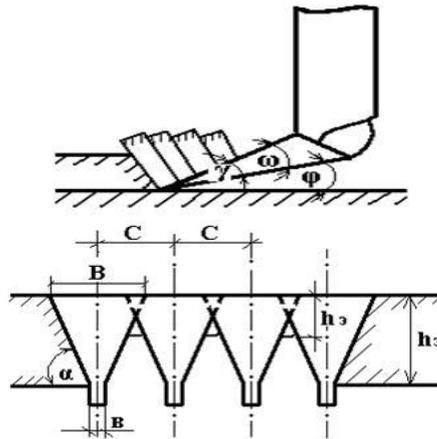
2.2 Механическое рыхление пород бульдозерами рыхлителями

Механическое рыхление пород осуществляется прицепными или навесными рыхлителями, в которых масса тягача используется для заглубления рабочего органа рыхлителя. Глубина рыхления прицепными рыхлителями достигает обычно 0,4 – 0,5 м, а навесными – 1,5 – 2,0 м.

Рыхлители могут иметь до пяти забоев с цельными или составными наконечниками. Для подготовки полускальных пород применяют однозубые рыхлители, а в плотных породах целесообразно использовать многозубые рыхлители для увеличения их производительности.

Навесные рыхлители имеют гидравлическую систему изменения глубины рыхления.

К параметрам рабочего органа рыхлителя относятся: Угол резания γ ; Угол заострения ω ; Задний угол ϕ ; Толщина и длина зуба; Расстояние между зубьями. Сила резания рыхлителя зависит от угла рыхления. Оптимальный угол рыхления при полускальных и мерзлых породах составляет 30-45°. Увеличение его от 40° до 60° удваивает лобовое сопротивление зубу. Уменьшение угла резания ниже 30° также приводит к увеличению сопротивления.



Угол заострения наконечника $\omega = 20^\circ - 30^\circ$. Он принимается таким, чтобы при любом заглублении зубьев задний угол был равен $\phi \geq 8^\circ - 10^\circ$ при рыхлении мерзлых и $\phi = 5^\circ - 7^\circ$ при рыхлении скальных и полускальных пород. Уменьшение угла ϕ ведет к смятию породы задней гранью наконечника, увеличению его износа и сопротивления породы рыхлению. При движении рыхлителя порода разрушается в границах трапеце видной прорези. В монолитных породах в нижней части образуется щель, ширина основания которой (\mathbf{B}) близка к толщине наконечника зуба. Угол наклона боковых стенок прорези (α) изменяется от 40° до 60° в зависимости от трудности разрушения пород и параметров наконечника.

Рыхлимость пород определяется возможным заглублением зуба рыхлителя (\mathbf{h}_3) и зависит от мощности рыхлителя, прочности пород и трещиноватости массива.

Рыхление монолитных пород происходит в основном за счет преодоления сопротивления их растяжению, а трещиноватых пород – за счет сцепления по контактам структурных блоков.

Величина напряжений, создаваемых на рабочем органе зависит от значения усилия на крюке базовой машины, глубины рыхления и конструктивных размеров зуба рыхлителя. В свою очередь, усилие на крюке связано со скоростью рыхления, тяговой характеристикой базовой машины.

Рыхление породного массива производится при параллельных смежных проходах рыхлителя по горизонтальной или наклонной площадке по челноковой схеме. Расстояние между смежными проходами (\mathbf{C}) устанавливается из условия обеспечения требуемой кусковатости и достаточной глубины рыхления массива. Между смежными прорезями в нижней части сечения образуются зоны не разрыхленной породы, затрудняющие выемку горной массы. Глубина эффективного рыхления $\mathbf{h}_3 = (0,5 - 0,7)\mathbf{h}_3$. В связи с этим целесообразны дополнительные перекрестные проходы перпендикулярно или диагонально первоначальным проходам.

Рыхлимость породы зависит от взаимного направления рыхления и системы трещин. Наиболее эффективно рыхление поперек направления

основной трещиноватости. При рыхлении слоистых полускальных пород наиболее сложным является первоначальное заглабление зуба. Для облегчения заглабления многократным проходом рыхлителя или взрывным способом создается «передовой врез» на необходимую глубину поперек намеченных

Производительность рыхлителей в плотных породах достигает 1000 – 1500 м³. Она существенно зависит от длины параллельных резов, которую целесообразно принимать в пределах 100 – 300 м.

Рыхлители могут успешно применяться при разработке угля, фосфоритных и апатитовых руд, сланцев, а также маломощных слоев скальных сильно трещиноватых руд и пород.

При механическом рыхлении скальных пород в горизонтальном направлении используются тяжелые гусеничные бульдозеры с двигателем соответственно высокой мощности и с большим крутящим (с достаточным запасом) моментом усилие резания определяется, с основным, весом машины и ее сцеплением с грунтом. Для скального грунта, сейсмические волны в котором распространяются со скоростью выше 1600 м/с, вес рыхлительных машин должен быть по меньшей мере 50 т (Рис.2.1). Сцепление зависит от материал поверхности. При рыхлении необходимо, чтобы гусеничные ленты контактировали с грунтом по всей их длине, что, однако, не всегда возможно для гусеничных бульдозеров с тележками на жесткой подвеске. По этой причине фирма Caterpillar, например, оборудует свои тяжелые гусеничные бульдозеры тележками на маятниковой подвеске. Благодаря этому гусеничные ленты повторяют контуры поверхности грунта и сцепления между лентой и грунтом значительно повышается по сравнению с конструкцией с традиционной подвеской.



Рис.2.1 Маятниковая подвеска гусеничной тележки. Все грунтозацепы упираются в грунт

Рыхлительное оборудование (рыхлительный зуб) выпускается радиального и параллелограмного типа (Рис.2.2 и Рис.2.3). Это оборудование с трехзвенной подвеской кроме большего диапазона изменения

угла рыхления позволяет увеличить и его ширину. Здесь есть возможность регулирования угла рыхления в соответствии с прочностными свойствами разрабатываемого материала. Конструкция этого оборудования параллелограмного типа гарантирует, что рыхлительный зуб, вертикально закрепленный в поворотной поперечной балке, при подъеме и опускании балки на любую глубину будет всегда сохранять установленный угол рыхления.

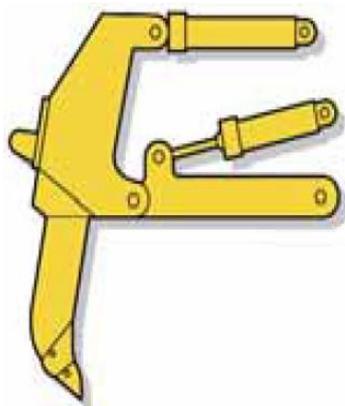


Рис.2.2 Схема регулируемого рыхлительного оборудования радиального типа

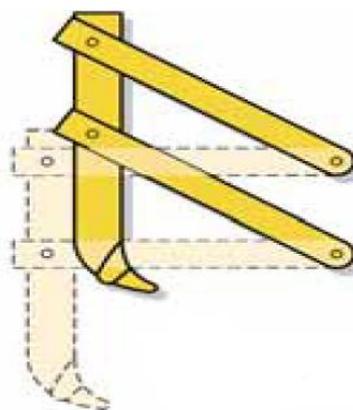


Рис.2.3 Схема параллелограмной подвески рыхлительного зуба

Зуб является, собственно, инструментом, производящим рыхление. Он заглубляется в горную пород и вытесняет ее вперед и в стороны при движении базовой машины.

При тяжелых условиях рыхления следует особенно точно выбрать режущие зубья. Кроме высокой производительности рыхления, они должны обладать высокой стойкостью к большим механическим нагрузкам.

Для тяжелых пород выбирается исключительно однозубое рыхлительное оборудование. Многозубое требуется для относительно хрупких грунтов. Если рыхление должно производиться параллельно стенке, то в определенных случаях можно применять двузубые рыхлители.

Специальные зубья для глубокого рыхления можно использовать только для легких материалов, таких как аргиллит или уголь. Передняя защитная накладка и наконечный зуб значительно повышают срок его службы.

На нижнем конце рыхлительного зуба монтируется сменный наконечник. Его задача войти в трещины скальной пород, проникнуть под разрыхленный материал и направить его на более мощный стержень зуба. Наконечный рассчитывается на большие ударные или абразивные нагрузки.

2.2.1 Анализ факторов влияющих на процесс рыхления

Большое значение для производительности и затрат, а также срока службы машин имеет качество поверхности разрабатываемой породы. Она должна быть, по возможности, равномерной, свободной от препятствий. Первоначальное устранение больших неровностей перед рыхлением с лихвой оправдывает затраты на него.

Размеры рабочей площадки должны быть настолько большими, что для гусеничного бульдозера-рыхлителя всегда было достаточно места для маневрирования, особенно при работах в глубоких выемках. На подошве выемки и на боковых врезках в уступ машина должна иметь возможность перейти в другую колею или обойти препятствие. При этом должны быть исключены наезды отвалом на откос и, по возможности, нежелательные наклоны машины.

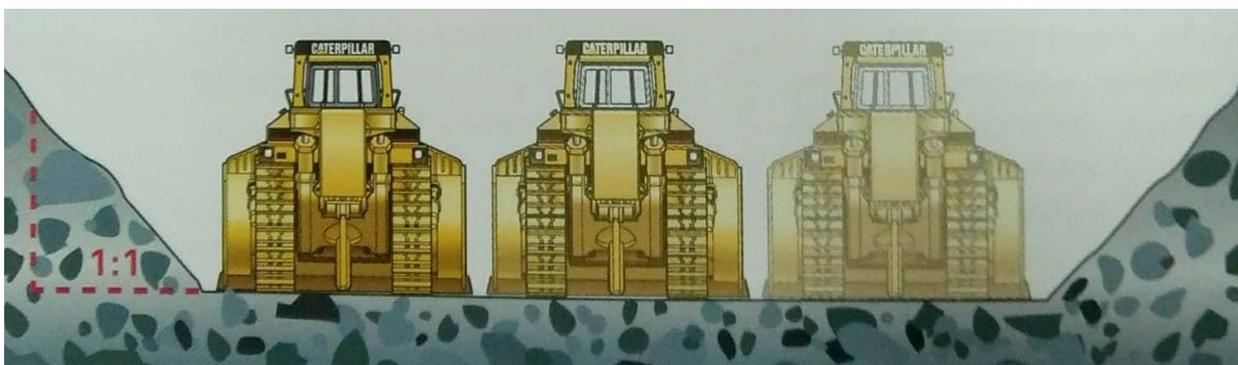


Рис 2.4. Минимальная ширина площадки рыхления в выемке

Откосы в выемке не должны быть слишком крутыми; в скальной породе возможно соотношение 1:1, чтобы предотвратить опасность для машиниста и машины стороны падающих обломков скальной породы. Такие откосы, кроме того, гарантируют, что при движении гусеничная тележка всегда будет оставаться в горизонтальном положении и отвал не будет откос (т.е. его повреждения исключены).

При не слишком крутых откосах также должно оставаться достаточно места, чтобы подойти к подошве откоса для использования рыхлительного оборудования при сохранении машиной положения.

При выемках больших и при большой глубине разработки размеры рабочей площадки играют важную роль для бесперебойного рыхления. При внедрении рыхлительного зуба в материал до полной рабочей глубины машина зачастую должна пройти несколько метров, так как только одного ее веса в большинстве случаев не достаточно для полного заглубления зуба. Для этого от бульдозера-рыхлителя иногда требуется дополнительное тяговое

усилие. Поэтому зуб начинают заглублять до площадки рыхления на расстоянии, примерно равно длине машины. Особенно это актуально для массивных скальных пластов.

Чем длиннее отдельные непрерывные борозды рыхления, тем большая доля продуктивной работы рыхления по отношению к затратам на маневрирование машины и настройку рыхлительного оборудования. Но по окончании рыхления материал должен быть удален. И слишком большое расстояние его перемещения может снизить экономический выигрыш, полученный за счет применения рыхления.

Длина борозды 80-100м при горизонтальной поверхности считается приемлемым компромиссом между возможно большей длиной прохода бульдозера-рыхлителя и возможно более коротким расстоянием для сталкивания разрыхленного материала.

Во многих случаях производительность при рыхлении можно повысить за счет уклона площадки рыхления в направлении рабочего движения бульдозера-рыхлителя, используя естественное скатывание материала под воздействием силы тяжести.

На скальных грунтах с уклоном более чем 1:3 следует исключать рыхление, чтобы полностью использовать его обратном движении в гору.

При рыхлении на уклоне в продольном направлении борозда не должна превышать 120 м (высота стенки 30 м, уклон 1:4).

При разработке слоистых и пластинчатых материалов иногда выгоднее производить рыхление в подъем. При этом увеличивается давление задней части машины на рыхлительное оборудование; кроме того, глыбы грунта остаются за рыхлителем.

Бульдозер CAT D10T объединяет в одной конструкции мощность, техническое совершенство и экономичность, которые позволяют данной машине достичь высоких показателей производительности при максимально низких удельных затратах. Большая мощность двигателя и надежная прочная конструкция главных компонентов трактора позволяют использовать данную модель при выполнении самых тяжелых работ в трудных и неблагоприятных условиях.

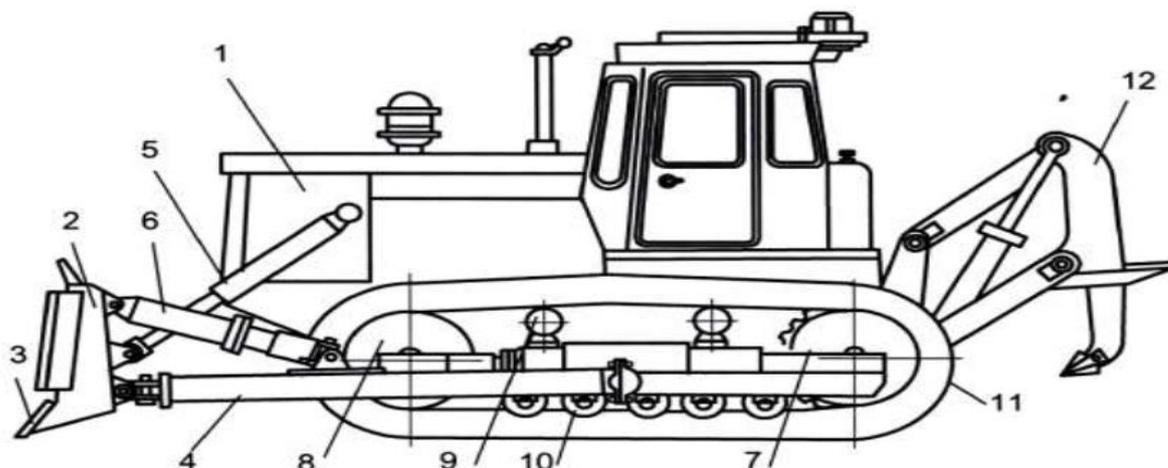


Рис. 2.5. Бульдозер-рыхлитель

Где: 1 – базовый трактор; 2 – отвал; 3 – нож отвала; 4 – толкающий брус; 5 – гидроцилиндр подъема и опускания отвала; 6 – гидрораскос; 7 – ведущая звездочка; 8 – направляющее колесо; 9 – поддерживающие катки; 10 – опорные катки; 11 – гусеничная лента; 12 – рыхлитель.

Технические характеристики Caterpillar D10T

таблица 2.2

Основные характеристики	
Полное название	Бульдозер Caterpillar D10T
Общий вес, кг	66451
Двигатель	
Модель двигателя	C27 ACERT
Рабочий объём двигателя, см ³	27000
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	433(580)
Расчётная частота вращения, об/мин	1800
Диаметр цилиндра и ход поршня	137,2x152,4
Производитель двигателя (марка)	CAT
Топливная система	
Максимальная скорость, км/ч	2,5-9,8
Размеры	
Дорожный просвет, мм	664
Колесная (гусеничная) база, мм	3872
Ширина гусеницы, мм	610
Общая длина, мм	9158
Заправочные емкости	
Топливный бак, л	1204
Система охлаждения, л	151
Боковые редукторы (с каждой стороны), л	26

Колёса	
Колея передних/ задних колес, мм	2550
Характеристики бульдозера	
Тип бульдозерного отвала	10SU
Ширина x Высота отвала, мм	4860x2120
Емкость отвала, куб.м.	18,5
Максимальное заглубление/подъем отвала, мм	674/993
Максимальная глубина рыхления, мм	1494
Высота подъема рыхлителя, мм	1058
Другие характеристики	
Вид шасси	Гусеницы

Проведение тягового расчета бульдозера

Определение тягового усилия бульдозера по мощности базового трактора

Тяговое усилие по мощности базового трактора (тягача) определяется по формуле

$$T_N = \frac{N_e \times K_{ЗАГ} \times \eta}{V(1-\delta)}; \text{кН} \quad (2.1)$$

где N_e - номинальная мощность двигателя трактора, кВт ; $K_{ЗАГ}$ коэффициент загрузки двигателя трактора, ($K_{ЗАГ} = 0,7$ для тракторов с механической трансмиссией; $K_{ЗАГ} = 0,8$ для тракторов с гидромеханической трансмиссией);

V – скорость движения трактора без загрузки м/с; δ – среднее значение коэффициента буксования при рабочем ходе бульдозера $\delta = 0,18...0,22$ для бульдозера на базе гусеничного трактора; $\delta = 0,35...0,40$ для бульдозера на базе пневмоколесного тягача); η – коэффициент полезного действия трансмиссии и движителя ($= 0,7...0,95$ – меньшие значения соответствуют гидромеханической трансмиссии и колесному движителю).

Определение тягового усилия по сцеплению

Тяговое усилие по сцеплению определяется по формуле

$$T_\varphi = m \times g \times \varphi; \text{кН} \quad (2.2)$$

где m – номинальная мощность двигателя трактора, кВт (данные из табл. 2); g – ускорение свободного падения ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$) ; φ – коэффициент использования сцепного веса $\varphi = 0,7...0,9$ – для гусеничных промышленных тракторов;

0,4...0,45 – для пневмоколесных тягачей с колесной формулой 4x4; 0,37...0,39 – для пневмоколесных тягачей с колесной формулой 4x2).

Для дальнейшего расчета выбираем меньшее из двух полученных значений тяговых усилий T_N или T_φ и обозначаем его T .

Составление уравнения⁹тягового баланса

Уравнение тягового баланса для бульдозера имеет вид

$$T \geq W_f + W_p + W_{np} + W_{mp}, \text{ кН.} \quad (2.3)$$

Где: W_f – сопротивление перемещению бульдозера, кН; W_p – сопротивление грунта резанию, кН; W_{np} – сопротивление перемещению призмы волочения, кН; W_{mp} – сопротивление от трения грунта перед отвалом, кН.

Определить составляющие уравнения тягового баланса.

сопротивление перемещению бульдозера

$$W_f = m \times g \times (f \pm i), \text{ кН} \quad (2.4)$$

Где :f- коэффициент сопротивления перемещению бульдозера(для гусеничных бульдозера при движении по свежесрезанному грунту $f= 0,006...0,1$, для бульдозеров на базе пневмоколесных тягачей $f= 0,08..0,15$; i- уклон местности .

Сопротивление грунта резанию

$$W_p = B \times h_{cp} \times R, \text{ кН,} \quad (2.5)$$

Где В - ширина отвала, м; R- удельное сопротивление резанию, кН/м².

Глубина резания может изменяться от h_{min} до h_{max} (Рис.2.6)

Средняя глубина резания определяется как

$$h_{cp} = \frac{h_{min} + h_{max}}{2} \quad (2.6)$$

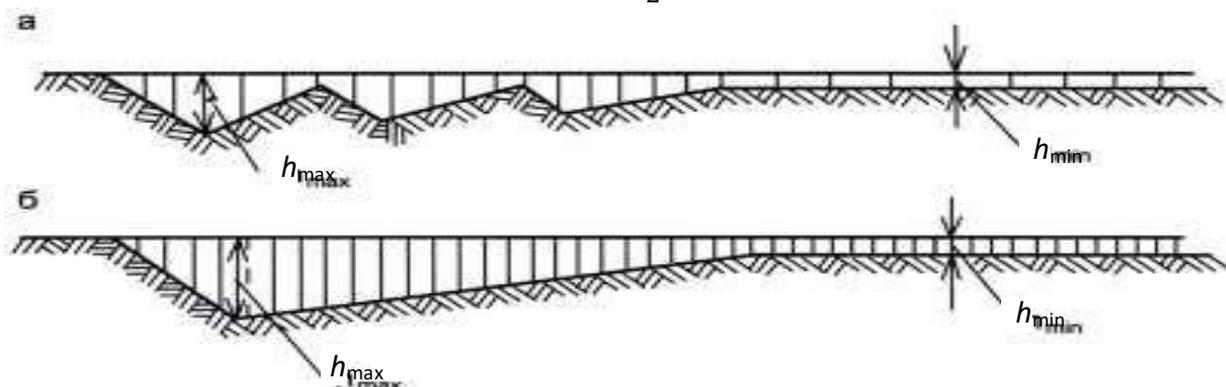


Рис. 2.6 Схема копания грунта бульдозером: а- действительная; б - расчетная

Сопротивление перемещению призмы волочения определяется из выражения

$$W_{np} = \frac{V_{np} \times K_{np}}{K_{px}} \times g \times \gamma (\mu \pm i), \text{ кН,} \quad (2.7)$$

Где V_{np} –объем призмы волочения, м³;

$$V_{\text{пр}} = \frac{B \times H^2}{2 \operatorname{tg} \varphi}, \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

Где H - высота отвала бульдозера, м; φ - угол естественного откоса грунта в движении ($\varphi = 20..50^\circ$ - меньшее число для сыпучих грунтов, большее - для связных); $K_{\text{рх}}$ - коэффициент разрыхления грунта; $K_{\text{пр}}$ - поправочный коэффициент к объему призмы волочения, зависящий от соотношения высоты и ширины отвала, а также физико-механических характеристик разрабатываемого грунта (табл. 2.3); γ - объемная масса грунта, т/м³; μ - коэффициент трения грунта по грунту; $\mu = 0,4..0,8$ (возрастает с уменьшением связности).

Поправочные коэффициенты к объему призмы волочения

Таблица 2.3

Отношение H/B		0,15	0,3	0,35	0,4	0,45
$K_{\text{пр}}$	Связные грунты	1,43	1,25	1,18	1,1	1,06
	Несвязные грунты	0,87	0,83	0,8	0,77	0,67

Если значение H/B для конкретного бульдозера находится в промежутке между значениями) указанными в табл. 4, то необходимо построить график функции $K_{\text{пр}} = f(H/B)$ и графически определить $K_{\text{пр}}$ расчетного значения H/B .

Сопротивление от трения грунта перед отвалом определяется по формуле

$$W_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{пр}} \times K_{\text{пр}}}{K_{\text{рх}}} \times g \times \gamma \times \mu \times \cos \alpha, \text{ кН} \quad (2.9)$$

где μ - коэффициент трения грунта по металлу; α - угол резания (регулируется винтовыми или гидравлическими раскосами и выбирается в пределах $\alpha = 45..60^\circ$).

Определение необходимого тягового усилия при резании грунта

Тяговое усилие при резании грунта вычисляется по формуле

$$T_{\text{рез}} = T - (W_f + W_{\text{пр}} + W_{\text{тр}}), \text{ кН} \quad (2.10)$$

а) Если $T_{\text{рез}} < 0$ или $W_f + W_{\text{пр}} + W_{\text{тр}}$, то бульдозер не может разрабатывать данный грунт и необходимо выбрать бульдозер со следующим по порядку большими тяговым классом базового трактора и повторить расчет по зависимостям (1...10);

б) Если $T_{\text{рез}} \geq 0$ и $W_f + W_{\text{пр}} + W_{\text{тр}}$, а $T_{\text{рез}} < W_p$, то бульдозер может работать в данных грунтовых условиях, но с толщиной стружки меньше принятой.

в) Если $T_{\text{рез}} \geq 0$ и $T \geq W_f + W_{\text{пр}} + W_{\text{тр}}$, а $T_{\text{рез}} > W_p$, то бульдозер может работать в данных грунтовых условиях с толщиной стружки, равной или больше принятой, но расчетная толщина стружки не должна быть больше максимальной глубины опускания отвала, что не позволяют сделать

конструктивные особенности подвески отвала (длина штоков гидроцилиндров). Поэтому необходимо определить допустимую толщину срезаемого слоя.

Определение средней стружки в процессе копаний

Для этого необходимо воспользоваться формулой (2.6), при этом h'_{max} –толщина стружки а начале процесса копания

$$h'_{max} = \frac{T-W_f}{B \times R}, \text{ м} \quad (2.11)$$

Толщина стружки в конце процесса резания, h'_{min}

$$h'_{min} = \frac{T-(W_f+W_{np}+W_{tp})}{B \times R}, \text{ м} \quad (2.12)$$

средняя толщина стружки в процессе резания, h'_{cp}

$$h'_{cp} = \frac{h'_{min}+h'_{max}}{2}, \text{ м} \quad (2.13)$$

Определение техника- эксплуатационных показателей работы бульдозера

1. Определение технической производительности бульдозера

Техническая производительность бульдозера определяется по формуле

$$P_m = \frac{3600 \times V_{np} \times K_{np}}{T_{ц} \times K_{px}} \times K_k \times K_y \times K_c \times K_{fo}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.14)$$

Где K_k коэффициент учета **квалификации** машиниста (при управлении гусеничным бульдозером машинистом высокой квалификации $K_k = 1$, средней квалификации $K_k = 0,85$, низшей квалификации – $0,65$; при управлении колесным бульдозером K_k соответственно равен $1; 0,7; 0,55$); K_y -коэффициент учета влияния уклона местности (принимают при работе на подъем при уклоне $0 \dots 0,05$ $K_y = 1 \dots 0,67$; при $0,05 \dots 0,1$; $K_y = 0,67 \dots 0,5$; при $0,1 \dots 0,15$ $K_y = 0,5 \dots 0,9$, при работе под уклон $0 \dots 0,05$; $K_y = 1,0 \dots 1,33$; $0,05 \dots 0,1$ $K_y = 1,33 \dots 1,94$; $0,1 \dots 0,15$ $K_y = 1,94 \dots 2,25$), если значение уклона местности находится внутри интервала, то конкретные величины K_y определяются путем составления пропорции;

K_c - коэффициент сохранения грунта при транспортировании ($K_c = 1 - 0,005L$, где L – длина пути перемещения грунта, м); K_{fo} - коэффициент влияния на производительность формы отвала (для прямого отвала; $K_{fo} = 1$; для сферического отвала; $K_{fo} = 1,2$); $T_{ц}$ - продолжительность цикла работы бульдозера, с.

Продолжительность цикла рабочего процесса бульдозера определяется выражением

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \text{ с} \quad (2.15)$$

где t_1 , t_2 , t_3 соответственно время, затрачиваемое на набор грунта, его перемещение и холостой (обратный), ход, с; t_4 - время вспомогательных операций ($t_4 = 20 \dots 30$ с).

2. Определение длины участка резания

Длина участка резания может быть определена из выражения

$$l_1 = \frac{V_{np}}{F \times K_{px}} = \frac{V_{np}}{B \times h_{cp} \times K_{px}}, \text{ м} \quad (2.16)$$

где F - средняя площадь поперечного сечения срезаемого слоя, м^2 ;

h_{cp} - рассчитывается по формуле (2.6).

3 Определение составляющих продолжительности цикла работы бульдозера

Время, затрачиваемое на набор грунта определяется выражением

$$t_1 = \frac{l_1}{V_p}, \text{ с} \quad (2.17)$$

где V_p - скорость резания грунта [резание или набор грунта производится на I-й передаче (тех. характеристика бульдозера), или на низшей скорости для бульдозера с гидромеханической трансмиссией, м/с , $V_p = V_I (1 - \delta)$].

Время, затрачиваемое на перемещение грунта вычисляется по формуле

$$t_2 = \frac{L - l_1}{V_{nep}}, \text{ с} \quad (2.18)$$

где V_{nep} - скорость перемещения грунта [перемещение грунта происходит на 2-й передаче (тех. характеристика бульдозера)], для бульдозеров с гидромеханической трансмиссией низшая скорость умножается на 1,25, м/с ;

$$V_{nep} = V_{II} \times (1 - \delta_{II}), \text{ м/с} \quad (2.19)$$

Где δ_{II} - коэффициент буксования ($\delta_{II} = 0,07 \dots 0,1$)

Время холостого (обратного) хода равно

$$t_3 = \frac{L}{V_{ox}}, \text{ с} \quad (2.20)$$

Где V_{ox} - скорость обратного хода, м/с .

2.2.2 Установление производительности рыхления

Исследования выполненные фирмой Caterpillar предложили диаграмму производительности для своих бульдозеров-рыхлителей на базе информации об их практическом применении в самых различных горных породах. В

качестве примера ниже приведена диаграмма с кривыми производительности для бульдозера-рыхлителя CAT D10T в зависимости от скорости распространения сейсмических волн в породе. При расчете кривых было приятно, что машина только занята на рыхление (без перемещения). Коэффициент использования времени в этом случае составляет 100%.

Верхняя кривая производительности построена для рыхления при идеальных условиях нижняя при неблагоприятных, предполагающих наличие тонкослоевых скальных пород, а также круто залегающих пластов, вплоть до вертикальных.

Диаграмма учитывает все материалы, в том числе и их смеси. Однако 25% изверженных пород должны быть вычтены, так как скорость сейсмических волн в них выше 1600м/мин.

Между кривыми для идеальных и неблагоприятных условий значения производительности различаются в пределах от 100 до 300%.

Это очень наглядно показывает трудность оценки производительности, а из диаграммы ниже видно, насколько груба оценка даже при самых идеальных условиях.

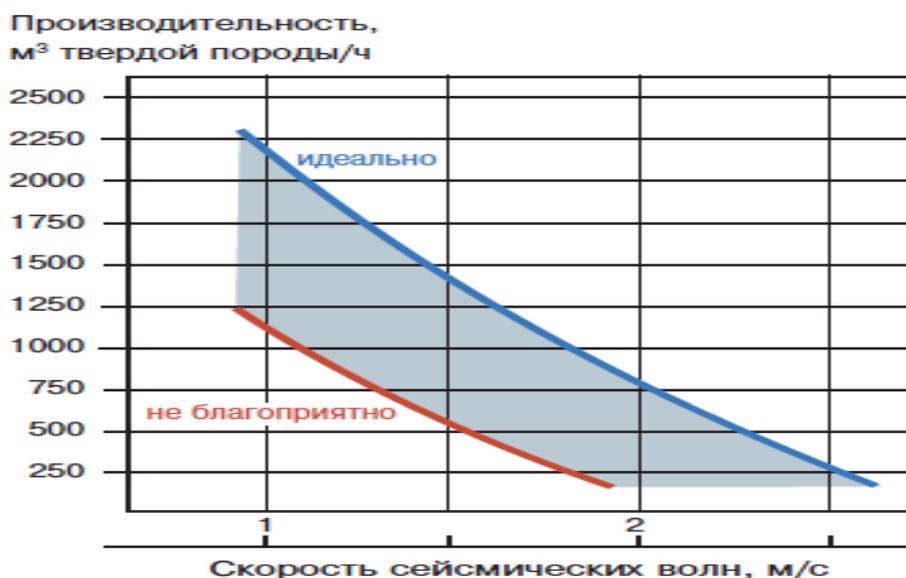


Рис.2.7 Диаграмма производительности бульдозера-рыхлителя CAT D10T

В этом случае производительность рассчитывается по объему разрыхленного материала на один проход и требуемому для этого времени, а также по числу проходов а час.

Объем на один проход

Объем разрыхленного материала -это произведение длины борозды, шага между бороздами и глубины рыхления.

Длина борозды рыхления

С учетом экономически выгодного расстояния перемещения материала длина борозды на горизонтальной поверхности, как говорилось ранее, в общем случае не должна превышать 80-100м.

Шаг борозд

Чем меньше расстояние между соседними бороздами и чем они к параллельным линиям, тем легче можно переместить уже разрыхленный материал. В общем случае расстояние между бороздами должно составлять от 0,8 до 1,0м.

Глубина рыхления

Возможная глубина рыхления в большей степени зависит от свойств разрабатываемого грунта и характеристик используемой машины.

При тяжелых скальных породах следует принимать глубины рыхления 0,2-0,8м.

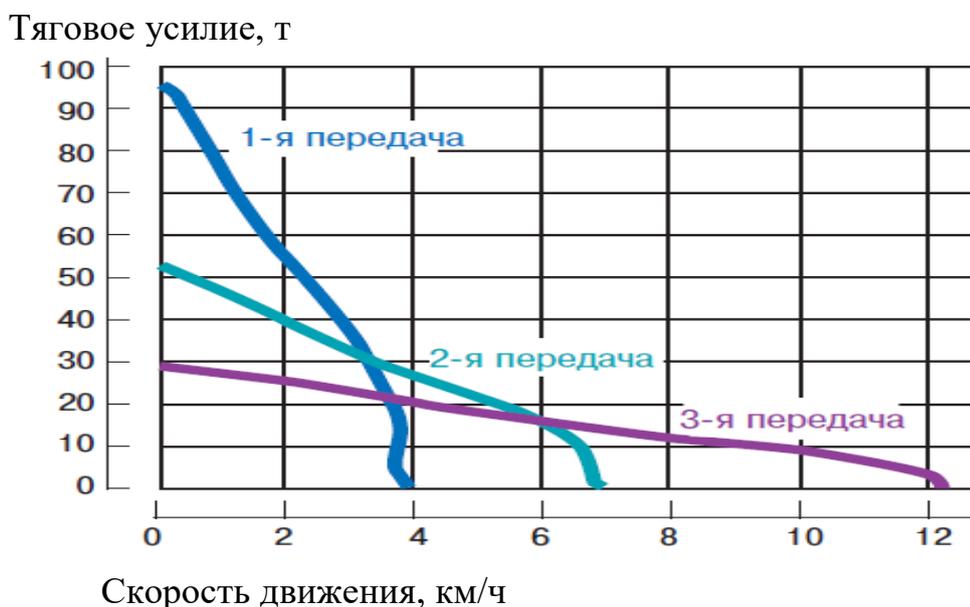


Рис.2.8 Диаграмма зависимости тягового усилия движения бульдозера от скорости(на пример CAT D10T)

На рис 2.8 приведена диаграмма зависимости тягового усилия от скорости движения бульдозера.

.Продолжительность прохода при рыхлении

1. Рабочий проход:

При тяжелых условиях рыхления сила важнее скорости. При снижении частоты вращения двигателя скорость хотя и уменьшается, но увеличивается вращающий момент и, таким образом, повышается сила, расходуемая на рыхление.

Приведенная здесь диаграмма является примером взаимозависимости тягового усилия и скорости для гусеничного бульдозера CAT D10T (Рис.2.6). Сниженной частоты вращения двигателя в первом проходе во время чаще всего вполне достаточно. Она даже используется более эффективно и предотвращает пробуксовку гусеничных тележек на неровной скальной поверхности. При нормальных условиях рыхление производится на скорости 1,5-2,5 км/ч.

2. Холостой проход:

Для уменьшения ударных нагрузок на машиниста, ходовую часть и на машину в целом при возврате следует выбирать 1-ю передачу, если гусеничный бульдозер имеет жесткую подвеску ходовой части. Диапазон возможных скоростей составляет от 3,0 -4,0 км/ч. Ходовая часть на маятниковой подвеске "сглаживает" влияние неровностей поверхностей, и машина с такой подвеской может двигаться на 2-й передаче со скоростью 5,0-6,0 км/ч.

3. Смена направления :

Переход с рабочего хода на возврат и наоборот производится после каждого прохода машины, при этом каждый раз необходима остановка. Кроме того, требуется определенное время на заглужение зуба в материал и его полный зуб в материал и его полный подъем.

Необходимо учитывать, что на смену направления на каждой борозде уходит примерно 0,2 мин.

4. Коэффициент использования времени:

При добыче полезных ископаемых открытым способом, в карьерах, а также при разработке тяжелых скальных пород важно помнить, что рыхление скальной породы тяжелыми гусеничными тракторами относится к работам, при которых человек и машина подвергаются большим нагрузкам. Это учитывается при определении производительности путем ввода коэффициента использования времени. Реалистичным можно считать его значение 75%, т.е из 60 минут одного часа на рыхление используются 45.

Определение производительности бульдозера в условиях залежи "Южная".

Речь идет о производительности только при рыхлении. Однако во многих случаях перемещение разрыхленного материала требует намного больше времени, чем само рыхление.

При использовании CAT D10T, оборудованной регулируемым однозубым рыхлителем с параллелограммной подвеской в условиях залежи "Южная".

Длина борозды рыхления (L): 80м

Шаг борозд рыхления (C) : 1,0 м

Глубина рыхления (h_c): 0,6 м

Скорость рыхления : 2,5 км/ч

Скорость при возврате: 6,0 км/ч

Продолжительность смены направления: 0,2 мин

Коэффициент использования времени: 75% (45 мин/ч)

Расчет

1. Объем разрыхленного материала на 1 проход (D):

$$V = L \times C \times h_c$$

$$V = 80 \text{ м} \times 1,0 \text{ м} \times 0,6 \text{ м} = 48 \text{ м}^3_{\text{гаер}}$$

2. Производительность одного прохода :

Продолжительность рыхления на 1 метр;

$$t_{\text{рыхл}} = 60 \text{ мин} / 2500 \text{ м} = 0,024 \text{ мин/м}$$

Продолжительность рыхления на 1 проход:

$$t_{\text{рыхл}} = 80 \text{ м} \times 0,024 \text{ мин/м} = 1,92 \text{ мин}$$

Расчет может быть облегчен, если использовать коэффициент 0,06 представляющий собой коэффициент пересчет км/ч в /мин (60 мин ÷ 1000 м).

Тогда:

Продолжительность рыхления на 1 проход:

$$t_{\text{рыхл}} = 80 \text{ м} \times 0,006 \text{ мин/м} \div 2,5 = 1,92 \text{ мин}$$

Продолжительность движения назад:

$$t_{\text{назад}} = 0,8 \text{ м} \times 0,006 \text{ мин/м} \div 6,0 = 0,80 \text{ мин}$$

Продолжительность смены направления:

$$t_{\text{напр}} = 0,20 \text{ мин}$$

Суммарное время на 1 проход:

$$1,92 \text{ мин} + 0,80 \text{ мин} + 0,20 \text{ мин} = 2,92 \text{ мин}$$

3. Число проходов (D) при рыхлении за 1 час:

$$60 \text{ мин} \times 0,75 \div (2,92 \text{ мин/D}) = 15,4 \text{ D/ч}$$

4. Часовая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$):

$$= \text{Объем} / \text{D} \times \text{D/ч} = 48 \text{ м}^3_{\text{плотн}} / \text{D} \times 15,4 \text{ D/ч} = 740 \text{ м}^3_{\text{плотн}}/\text{ч}$$

На рис 2.9 приведена зависимость производительность рыхлителя от прочности пород.

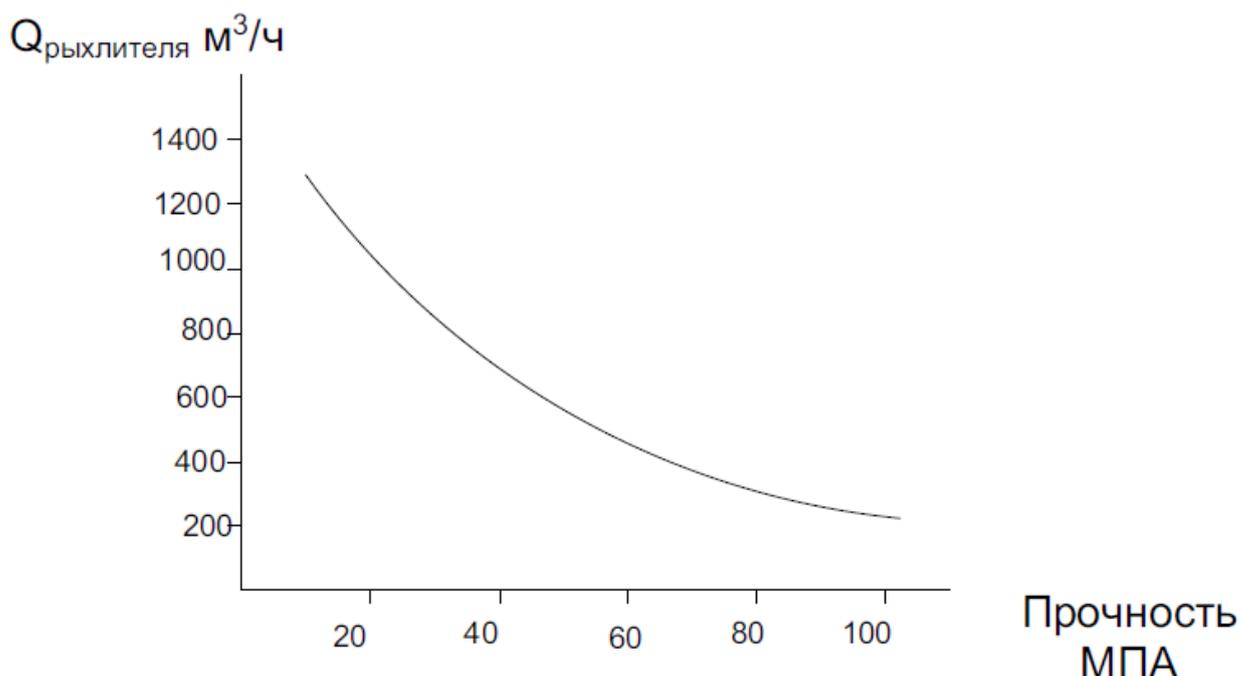


Рис. 2.9 Производительность бульдозера-рыхлителя

Анализируя приведенную зависимость можно установить производительность рыхления на различных участках залежи " Южная", которая будет изменяться 350-400 $м^3$ на Право-дорожном участке до 900 $м^3$ на Лево-дорожном участке.

С учетом затрат времени на перемещение материала, если оба процесса будут выполняться одной массой и погрузкой в автосамосвалы погрузчиком производительность участка приведена на рис.2.10.

Таким образом, на выше названных участках производительность рыхлителя составит $м^3$ и $м^3$.

При этом следует иметь ввиду что успешная работа рыхлителя может быть обеспечена при правильном выборе отвала бульдозера.

Современные бульдозеры могут быть оборудованные неповоротными, универсальными, полу универсальными и поворотными отвалами.

В наших условиях при формировании навалов породы и значительном перемещении рыхлого материала приемлем универсальный отвал, который позволяет снижать потери материалы при транспортировании.

В целом, по нашему мнению этот вариант (с учетом экономических показателей) может быть рекомендован для использования на Лево дорожном участке.

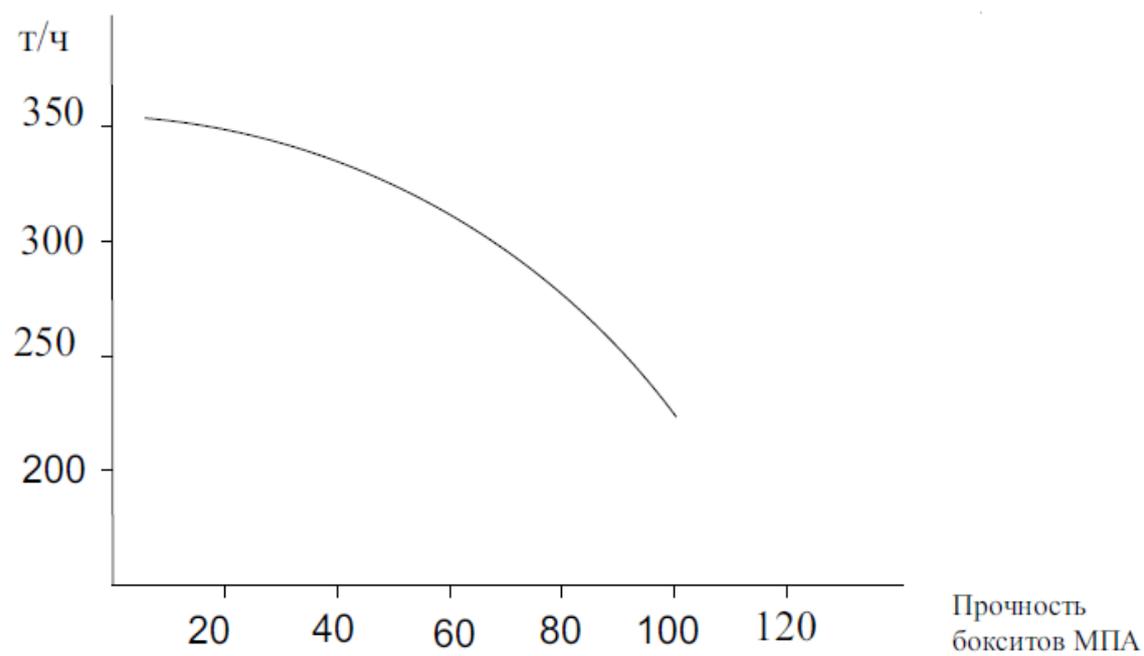


Рис.2.10 Производительность комплекс
(бульдозер + погрузчик)

Выводы:

1. На основе анализа геологических материалов залежи "Южная" установлено, что участки представлены разнопрочными породами с различной усредненной прочностью.

Однако все они могут быть отработаны различными видами механического оборудования без использования взрывного разрушения.

2. Применения рыхлителей позволяет производить разработку бокситов на 2/3 территории залежи при использовании рыхлителей весом >50 т.

3. Производительность рыхлителя зависит от выбранных параметров рыхления и перемещения а также прочности массива. Наиболее приемлемыми параметрами соответственно являются 80 - 100 м и 20 - 40 м.

4. Получения разрыхленная масса в своем гранулометрическом составе будет содержать материал крупностью свыше 300 м, что потребует его дополнительного дробления в дробилках крупного дробления.

5. Существенным недостатком этой технологии является необходимость задалживания колесных погрузчиков на погрузке горной массы в автомобильный транспорт.

ГЛАВА 3: ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСКАВАТОРОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БОКСИТОВ .

3.1 Гидравлические экскаваторы для рыхления

Альтернативной классическому гусеничному бульдозеру в качестве машины для рыхления скальных пород сегодня являются большие гидравлические экскаваторы. Благодаря техническому развитию таких экскаваторов с рабочим весом более 100т и их эксплуатационным возможностями, сфера применения гусеничных бульдозеров сузилась.

Большим преимуществом гидравлического экскаватора по сравнению с гусеничным бульдозером является то, что он, как погрузочная машина, при сегодняшних размерах и широких возможностях переоборудования в процессе погрузки может осуществлять также измельчение крупнокускового материала при его наборе ковшем. Это возможно, конечно, только в тех объемах, которые ограничиваются прочностью горной породы.

3.2 Экскаватор с прямой или обратной лопатой

Оба эти варианта оборудования гидравлического экскаватор в настоящее время применяются для тяжелого рыхления. Однако больше используется обратная лопата, которая имеет решающее преимущество по сравнению с прямой. Экскаватор с обратной лопатой может почти полностью преобразовать усилие резания в продуктивную работу.

Экскаватор с прямой лопатой испытывает пробуксовку гусеничных тележек на рабочей площадке так же, как и гидравлический бульдозер, поскольку решающую роль в эффективности использовании сил копания и рыхления здесь играет сцепление машины с поверхностью.

В случаях, когда работу выполняют (не важно по какой причине) экскаваторы с прямой лопатой, они часто выбираются с большим рабочим весом, чем экскаваторы с обратной лопатой, при аналогичных условиях применения, и значит себестоимость продукции будет существенно выше. При сравнении теоретических и, прежде всего, имеющих место на практике сил резания, развиваемых гидравлическими экскаваторами и тяжелыми бульдозерами-рыхлителями, становится очевидным, что экскаватор с обратной лопатой по своим параметрам (рабочий вес) может быть значительно меньше гусеничного бульдозера при выполнении одной и той же работы (рыхление материала) (таблица 3.1).

Пример сравнения теоретических и практических усилий резания

Таблица 3.1

	Бульдозер-рыхлитель CAT D11R	Экскаватор с обратной лопатой CAT 390	Экскаватор с прямой лопатой CAT 385
Рабочий вес	112т	92т	92т
Мощность двигателя	634 кВт/862 л.с	390 кВт/530 л.с	390 кВт/530л.с
Силы рыхления и копания теоретич.*			
Бульдозера-рыхлитель: Зуб, усилие подачи	280 кН	-	-
Бульдозера-рыхлитель: Зуб, усилие резания	658 кН	-	-
Экскаватор с обратной лопатой: Зуб, усилие подачи	-	415 кН	-
Экскаватор с обратной лопатой : Рукоять, усилие подачи	-	316 кН	-
Экскаватор с прямой лопатой. Усилие резания	-	-	429 кН
Экскаватор с прямой лопатой. Усилие отрыва	-	-	538 кН
Силы рыхления и копания. Практич. **			
Бульдозера-рыхлитель: Зуб, усилие подачи	56-196 кН	-	-
Бульдозера-рыхлитель: Зуб, усилие резания	132-461 кН	-	-
Экскаватор с обратной лопатой: Зуб, усилие подачи	-	Ок.415 кН	-
Экскаватор с обратной лопатой : Рукоять, усилие подачи	-	Ок.316 кН	-
Экскаватор с прямой лопатой. Усилие резания	-	-	86-300 кН
Экскаватор с прямой лопатой. Усилие отрыва	-	-	108-378 кН

* Техническое данные изготовителя

** Для бульдозера и экскаватор с прямой лопатой пробуксовка гусеничных тележек снижает усилие резания (типичные значения коэффициента сцепления 0,2 - 0,7)

Этот факт позволяет и при сопоставлении усилий резания прямой и обратной гидравлической способы, что объясняется различной кинематикой движения рабочего органа (ковша) экскаваторов.

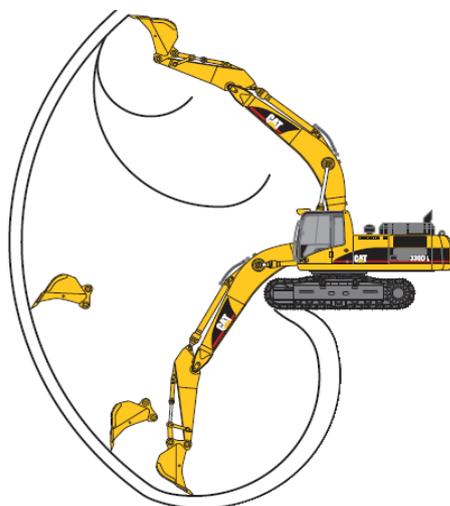


Рис 3.1 Кинематика движения ковша экскаватора с обратной лопатой

Когда экскаватор с обратной лопатой копает материал или рыхлит его ниже уровня стояния, то, как это можно видеть по кривой копания рабочим оборудованием (стрела, рукоять, ковш), усилие резания ковша направлено к ходовой части вверх под углом. Такой экскаватор "защемляет" материал в породе, находящейся между гусеничными тележками и зубьями ковша. Проскальзывание тележек по основанию, как это зачастую имеет место в случае тяжелых бульдозеров-рыхлителей во время рыхления, здесь отсутствует.

Если разрабатываемый материал -твердый и максимальные усилия резания и отрыва недостаточны, то в том месте, где ковш находится в материале, экскаватор прекращает разработку и просто останавливается .

Ковш экскаватора с прямой лопатой движется по схеме, показанной ниже. Экскаватор стоит перед уступом и производит копание снизу вверх или вперед в пределах дальности захвата породы рабочим оборудованием. Как и у гусеничного бульдозера, его тележки проскальзывают на грунте при наполнении ковша.

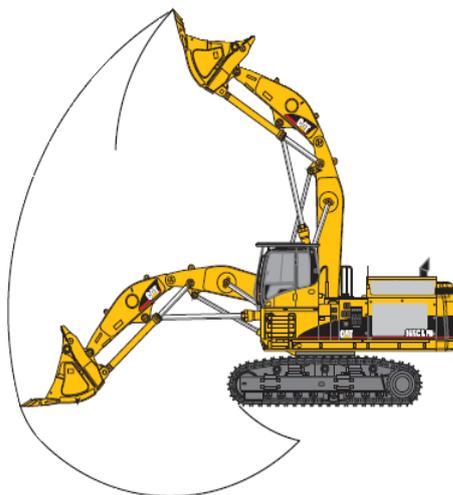


Рис 3.2 Кинематика движения ковша экскаватора с прямой лопатой

Это проскальзывание в значительной мере зависит от рабочего веса машины, сил трения, действующих на нее, и качества поверхности грунта. Высокое сцепление тележек с грунтом обеспечивает и большие усилия подачи и резания. Результаты рыхления у экскаваторов с прямой лопатой существенно хуже, чем у экскаваторов с обратной лопатой. В пользу названных преимуществ применения экскаваторов с обратной лопатой говорят также и экономические причины, поскольку инвестиции в экскаваторы с обратной лопатой существенно ниже.

3.3 Анализ особенностей рыхлительного оборудования

Технический прогресс ведет к созданию не только все более крупных и тяжелых машин, которые используются в основном для погрузки. Для самых различных типов пород и условий копания разработано также большое разнообразие ковшей. Так, для одного и того же экскаватора, в зависимости от условий его применения, могут предлагаться ковши, которые по форме, размерам, способу резания и наличию зубьев могут сильно отличаться друг от друга.

Специальные задачи при разработке твердых материалов (классы 6 и 7) требуют и специального оборудования, чтобы можно было повысить производительность и максимально использовать возможности экскаватора. Для рыхления с помощью гидравлических экскаваторов сегодня предлагаются современные рабочие органы для самых различных условий применения. Так, специальный скальный ковш-рыхлитель, используемый одновременно для рыхления и погрузки, поможет успешно решить соответствующую задачу без смены рабочего органа. Однако свое применение находят также и системы рыхления и погрузки, в которых используются различные рабочие органы. К ним относятся зубья для рыхления, гарантирующие максимальные усилия подачи и резания с высокой

производительностью, и ковши для скальных пород, позволяющие осуществлять быструю загрузку разрыхленного материала.

Скальные ковши-рыхлители

Имеющие специальную форму и соответственно высокую прочность скальные ковши-рыхлители также находят широкое применение. Известны примеры их использования при разработке твердого каолинизированного песчаника (классы пород 6 -7), доломитового известняка, ракушечника, слоистого песчаника (класс породы 7). Эти ковши часто применяются в разработке залежей одновременно нескольких пород или материалов разных типов, на пластах с изменяющейся твердостью породы (классы пород 6 -7). Часто их можно видеть при строительстве дорог.

Примерами специальных скальных ковшей рыхлителей являются:

- а) Узкий скальный ковш-рыхлитель
- высокие усилия подачи и резания
 - возможны и в процессе наполнения ковша
 - короткий рабочий цикл



- б) Ковш трапециевидного сечения
- Улучшенные характеристики заглубления
 - Короткий рабочий цикл



- в) Ковш с центральным расположением рыхлительного зуба
- все усилия концентрируются на носке зуба
 - гарантированы максимальные усилия внедрения
 - все усилия действуют по центру рабочего оборудования, нагрузка на машину сбалансирована

- г) Ковш с несколькими рыхлительными зубьями. Несколько рыхлительных зубьев (здесь три) внедряются в материал один за другим -как при наполнении ковша, так и при рыхлении.

Так как при наполнении материал разрыхляется, ковш работает с большой эффективностью.



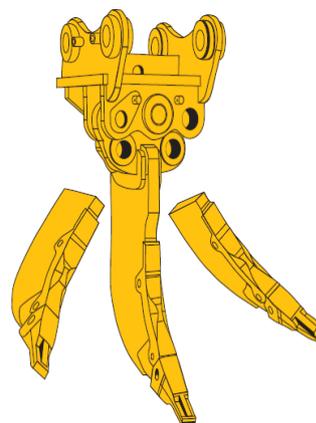
Рыхление твердого материала можно производить не только узким, с правильно выбранными размерами ковшом с несколькими зубьями, но и с одним, возможно более узким, острым и прочным зубом, на котором сосредотачиваются все усилия.

Появлении соответствующих устройств для быстрой смены навесных рабочих органов расширилась область применения и различных вариантов рыхлительных зубьев. Ниже представлены некоторые из них:

а) Зуб, длинный или короткий, с защитной накладкой и симметричным наконечником.



б) Зуб с шарнирным креплением



с) Многозубный рыхлитель

Длинные рыхлительные зубья находят свое применение при разработке легко растрескивающихся материалов средней прочности, при которых усилий резания достаточно для получения возможно большего объема разрыхленного материала при каждом проходе (при направлении рыхления

по оси рабочего оборудования). Более твердые материалы (например, твердые известняки, сланцы, выветрелый гранит и т.п.) требуют, напротив, более коротких зубьев для увеличения усилий резания.

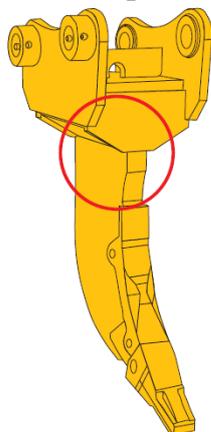


Рис 3.3 Форма стержня зуба также , способствует повышению производительности при рыхлении

Правильный выбор наконечника для рыхлительного зуба очень важен для обеспечения оптимальных характеристик его внедрения в материал, т.е. для успеха рыхления. Обычно исходят из следующего:

Длинные узкие наконечники хорошо рыхлят сильно трещиноватые породы, разрушающиеся при средних ударных нагрузках и/или отличающиеся высокой абразивностью.

Короткие утолщенные наконечники используются на твердых, мало трещиноватых породах с низкой абразивностью.

Между этими крайними вариантами находится множество наконечников различных исполнений, позволяющее выбрать экономичный компромиссный вариант для решения конкретной задачи. Наконечник должен отвечать следующим требованиям:

- хорошее внедрение зуба в материал,
- по возможности, большой срок службы,
- защита зуба от поломки.



Рис 3.4 Симметричные и асимметричные насадные наконечники, крепящиеся пальцем со шплинтом или клином

Расположение наконечника под углом к направлению внедрения зуба имеет, конечно, важное значение для успешного рыхления. При значительном наклоне зуб внедряется в материал более "агрессивно" и быстрее "нащупывает" слабые места в породе, в которые зуб может внедриться. Если же зуб уже заглублен в материал, то его более пологое положение облегчает движение зуба в рыхлимой породе.

Заметный шаг к более широкому применению рыхлительных зубьев в комбинации со скальным ковшом для погрузки разрыхленного материала был сделан с появлением устройств быстрой смены рабочего органа, управление которыми сначала было механическим. Для освобождения рабочего органа машинист должен был выйти из кабины экскаватора и сделать это вручную. Со временем появились гидравлические устройства, позволившие управлять всем процессом замены из кабины. Так как машинисту покидать ее больше не требовалось, было выиграно ценное время на рыхление или погрузка. Такие устройства теперь являются стандартным оборудованием гидравлических экскаваторов с рабочим весом около 130 т и некоторыми изготовителями предлагаются также для более крупных машин (примерно до 200 т).

Успешное, эффективное рыхление требует, чтобы машинист был не только хорошо обучен и мог отлично управлять своей машиной, но и мог оптимально организовать место работы. Технические характеристики машины, такие как усилия резания и подачи, скорость и т.п., должны быть согласованы с возможными условиями работы (особенности залегания горных пород, их твердость, мощность пластов и их положение, системы трещин, зоны геологических разломов и т.п.). Это необходимо для достижения максимально возможного успеха при рыхлении или его комбинации с погрузкой.

3.4. Горнотехнические параметры и производительность рыхления

Для экскаватора с обратной лопатой понимается площадь, в границах которой весь материал находится в радиусе действия (по горизонтали и вертикали) рабочего оборудования машины. Но при рыхлении полезной является лишь часть этой площадки, находящаяся в непосредственной близости от уровня стоянки экскаватора. Из таблиц 3.1 усилий подъема экскаваторов с обратной лопатой четко видно, что наибольшие значения этих усилий достижимы только в непосредственной близости от машины. Это относится также и к усилиям резания.

Максимальные усилия резания экскаваторов с обратной лопатой развиваются на расстоянии, которое составляет:

- по вертикали ниже уровня стоянки: примерно 1...2 радиуса действия по зубьям ковша (для больших экскаваторов от 2,5 до 4,0 м),
- по горизонтали относительно уровня стоянки: примерно от 0,25 до 0,5 максимального радиуса действия рабочего оборудования.



Это нужно учитывать при использовании машины и выборе технологии разработки. Послойная разработка сверху вниз ниже уровня стоянки является самым простым и чаще всего самым лучшим методом в случае горизонтальных или слабонаклонных пластов, таких как песчаник или аргиллит, а также многие сланцеватые материалы.

При этом материал предварительно рыхлится (рыхлительным зубом или ковшом с рыхлительными зубьями), чтобы его можно было затем убрать. Обычно возможны два способа предварительного рыхления:

- по горизонтали на большой площади в зоне работы,
- наклонно в сторону бровки откоса в месте погрузки вынимаемого материала.

Глубина рыхления ограничивается длиной используемого рыхлительного зуба.

крутопадающие слои пластов материала могут создать, однако, значительные трудности при рыхлении. Если они имеют большую толщину и при отсутствии трещин больше не могут рыхлиться при их разработке сверху вниз ниже уровня стоянки экскаватора, рыхление экскаватором с обратной лопатой может оказаться более успешным в направлении снизу вверх. Пласты иногда легче разрыхлить и сбросить вниз со стенки путем захвата слоя сверху сзади.

Достижимая глубина рыхления зависит от следующих факторов:

- твердость материала,
- размеры, конструкция и форма рыхлительного зуба,
- усилия резания, развиваемые рабочим оборудованием экскаватора.

Таблица 3.2 Типичные размеры рыхлительных зубьев

Рыхлительный зуб	TR-45	TR-55	TR-70	
			Длинный	короткий
Длина зуба(L) (от точки подвески до носка)	1435мм	1600мм	1700мм	1400мм
Вес	770 кг	1200 кг	1700 кг	1200 кг

В зависимости от характеристик экскаватора и размеров зуба эта глубина значительно колеблется в течение каждого прохода. В твердых материалах с мелкими и очень плотными зернами, а также в материалах, мало трещиноватых и почти без слабых мест, глубина рыхления в проходе иногда может составлять всего несколько сантиметров. Если же отделяется только очень мелкокусковой или мелкозернистый материал, то это указывает на полное достижение предельного разрыхления зубом.

Более успешный результат может быть получен с помощью более крупной машины. Но для оценки, будет ли ее применение более выгодно, необходимо сравнение с другими способами разработки, например, с такими как фрезерование, бурение и взрывание.

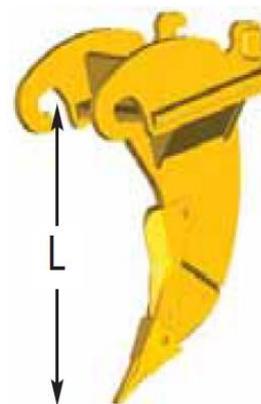


Рис 3.5 Рыхлительный зуб быстродействующим захватом CAT TR-70

Машина: CAT 385BL ME, рукоять длиной 2,9 м, гидравлический быстродействующий захват, рыхлительный зуб длиной 1700 мм

Материал: Слоистый, наклонно залегающий боксита с четко выраженной системой трещин; скорость сейсмических волн ок. 2000 м/с

Длина полосы рыхления: 3,5 м (соответственно, высота черпания ок. 3м)

Шаг борозд рыхления: 0,5 м

Глубина рыхления на один проход: 0,8 м

Продолжительность рыхления на Один проход: 0,2 мин

Время перемещения экскаватора: 15 % от общего времени рыхления (коэффициент 0,85))

Коэффициент использования времени: 75% (45 мин/ч)

РАСЧЕТ

1. Определение объема разрыхленного материала на 1 проход (D):

$$V = L \times C \times h_c; \text{ м}^3_{\text{плотн}}$$

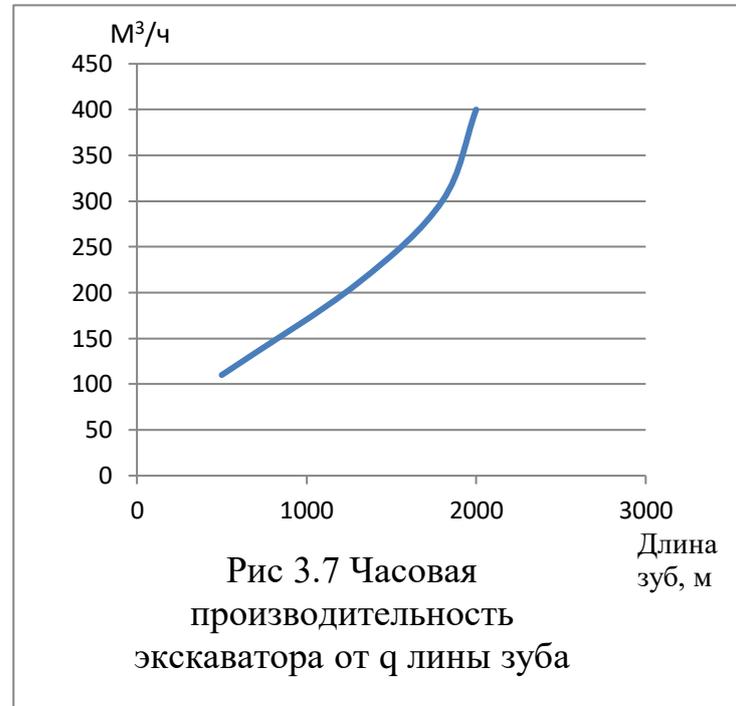
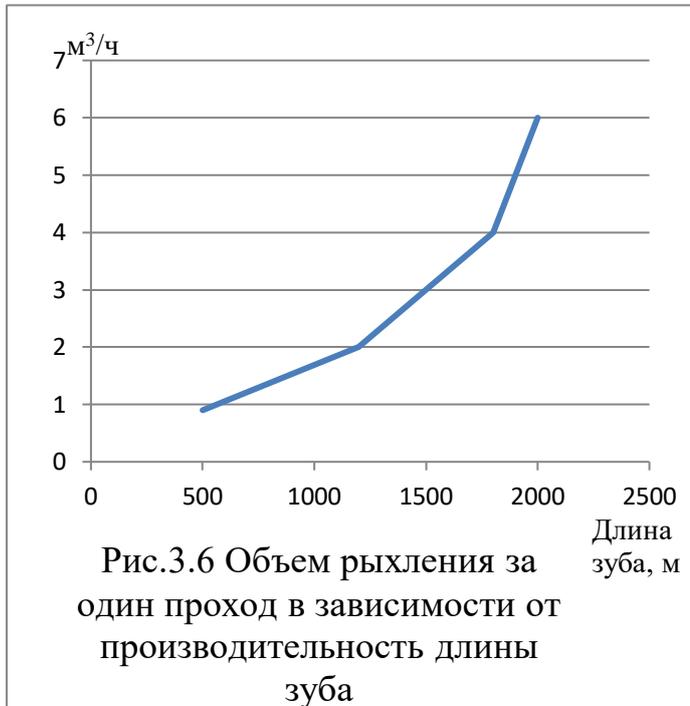
$$V = 3,5 \text{ м} \times 0,5 \text{ м} \times 0,8 \text{ м} = 1,4 \text{ м}^3_{\text{плотн}}$$

2. Определение числа проходов за 1 час (DAnz.):

$$DAnz./\text{ч} = 60 \text{ мин} \times 0,75 \times 0,85_{\text{перемещ}} / 0,2 \text{ мин}/D = 191 \text{ проход}/\text{ч}$$

3. Часовая производительность ($\text{м}^3_{\text{плотн}}/\text{ч}$)

$$= \text{Объем}/D \times DAnz. = 1,4 \text{ м}^3/D \times 191 DAnz./\text{ч} = 268 \text{ м}^3_{\text{плотн}}/\text{ч}$$



“Чистую” производительность гидравлических экскаваторов при рыхлении зубом (т.е. только в отношении рыхления) определить трудно. Теоретически для ее расчета можно использовать опытные данные подобно тому, как это делается для расчета производительности при рыхлении гусеничными бульдозерами.

Данные, полученные опытным путем по результатам работы различных машин, также позволяют сделать оценку производительности какого-либо экскаватора с обратной лопатой при учете только рыхления (без погрузки).

Особенностью разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле является то, что гидравлический экскаватор производит рыхление горной массы, которая длина (L) = 10 м; ширина заходки (A) = 3,5 м и высота черпания ($H_ч$) = 3 м (рис.3.8), после чего подготовленные к выемке породы погружаются в дробилку, находящуюся на нижележащем уступе.

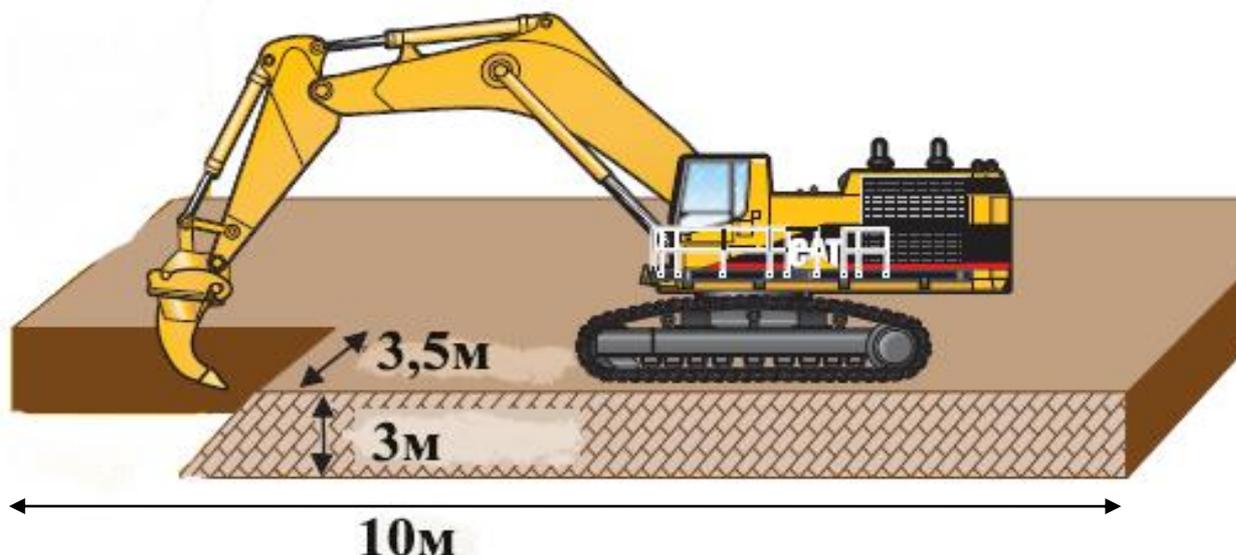


Рис.3.8 Схема рыхления горных пород при подготовке горной массы к выемке экскаватором, оборудованным зубом-рыхлителем

В результате исследования показали, что наиболее эффективной безвызрывной технологий подготовки горной массы к выемке на карьере Дебеле, является использования гидравлического экскаватора обратная лопата с применением зуба-рыхлителя вместо ковша. При применения гидравлического экскаватора обратная лопата на месторождения добыча бокситов на карьере Дебеле не аффегируют капитальные затраты.

Разработка боксита на карьере производится экскаватором марки САТ 385 ВL ME, с емкостью ковша $3,2\text{м}^3$. Для данной марки экскаватора выбран рыхлительный зуб с быстродействующим захватом САТ TR-70 (рис.3.5) представленный следующие параметры: длиной-1700мм, шириной-2100мм.

Замена зуба-рыхлителя на ковш производится 1 -2 раза в двое суток в зависимости от объема подготовленной горной массы. Работа по замене навесного оборудования осуществляется с помощью быстросъемного гидравлического устройства. Гидравлический адаптер, для смены рабочего органа сегодня является стандартным оборудованием экскаваторов при их применении для рыхления и погрузки. Смена рабочего органа производится быстро и без проблем. Эти адаптеры от различных изготовителей различаются способом управления заменой и быстродействием. У опытного машиниста переоборудование экскаватора с ковша на рыхлительный зуб(и наоборот) может занимать примерно от 20 до 40 секунд.



Рис 3. 9 Замена рыхлительного зуба на ковш

За два года эксплуатации зуба-рыхлителя его состояние оценивается как хорошее, видимых дефектов от физико-механического воздействия не обнаружено. По предварительным оценкам срок службы данного инструмента может составлять до нескольких десятков лет, а в случае износа коронки ее можно заменить аналогично замене зубьев на ковше экскаватора.

При рыхлении горной массы экскаватором было установлено, что толщина слоя разработки имеет значительное влияние на производительность оборудования с трещиноватостью горных пород, время как от ширины заходки производительность практически не изменяется. Также было установлено, что от выбора рациональной толщины слоя разработки зависит безопасность ведения горных работ и срок эксплуатации горного оборудования. Поэтому был проведен комплекс исследований, во время которого определялась зависимость производительности экскаватора САТ 385ВL ME с зубом-рыхлителем от мощности разрыхляемого слоя ; (рис.3.8) и трещиноватости массива горных пород. Результаты выполненных исследований приведены в табл.3.3 и на рис.3.9

Таблица 3.3 Производительность рыхлительного оборудования в условиях разработки месторождения бокситов Дебеле, М³/ ч

Мощность слоя разрыхления, м	Трещиноватость пород		
	Сильная	Средняя	Слабая
0,2	82	78	74
0,4	92	79	74
0,6	71	58	42
0,8	60	51	41
1,0	39	32	14

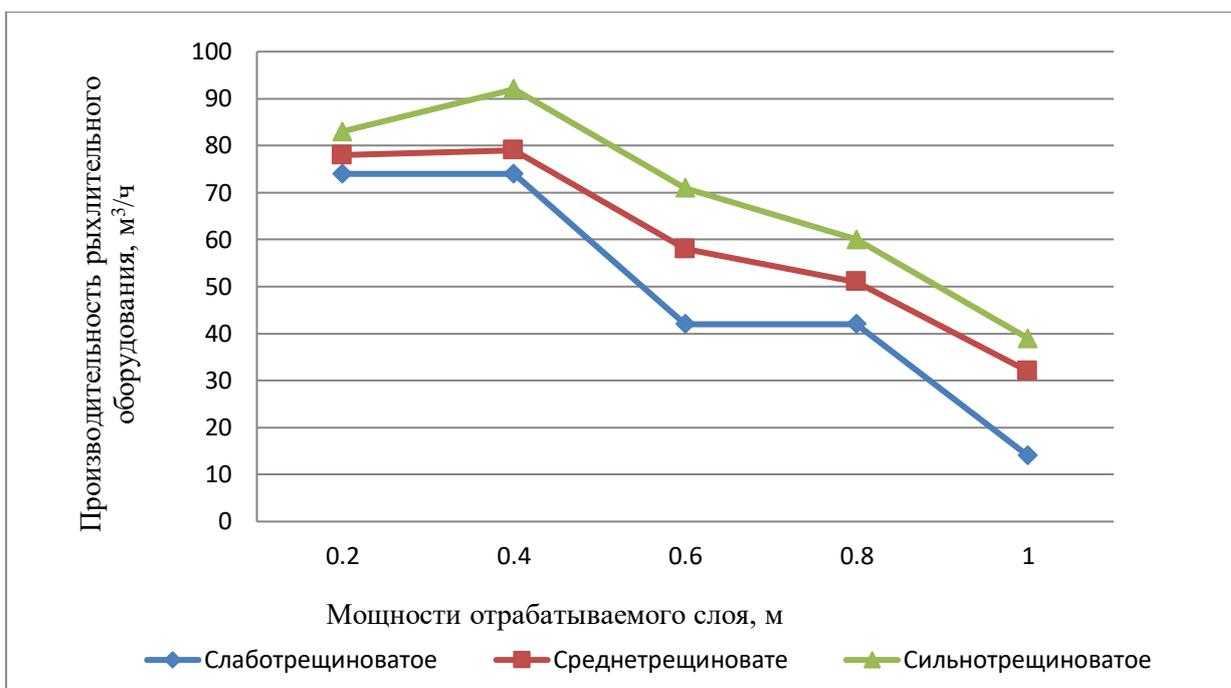


Рис.3.10 - Зависимость производительности рыхлительного оборудования от глубины рыхлимого слоя и трещиноватости горного массива.

Результатов исследований, представленных на графиках рис.3.10, производительность экскаватора при рыхлении пород зубом-рыхлителем. При обработке сильнотрещиноватых и среднее трещиноватых пород, максимальная производительность достигается при толщине стружки 0,4 м. В тоже время при обработке слабо трещиноватых пород при толщине прут 0,2 -0,4 м, производительность практически не изменяется. При увеличении толщины стружки от 0,4 м, производительность экскаватора выполняющего рыхлительные работы снижается для пород любой трещиноватости. Следовательно, оптимальная толщина стружки при рыхления горных пород в условиях разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле составляет 0,4 м для сильнотрещиноватых и среднее трещиноватых пород и 0,2 -0,4м и для слабо трещиноватых пород.

Следовательно, оптимальная толщина стружки при рыхления горных пород в условиях разработки месторождения бокситов на карьере Дебеле составляет 0,4 м для сильнотрещиноватых и среднее трещиноватых пород и 0,2 -0,4м и для слабо трещиноватых пород. Общая технологическая схемы и погрузки бокситов в дробильно-сортировочное оборудование рис.3.11.

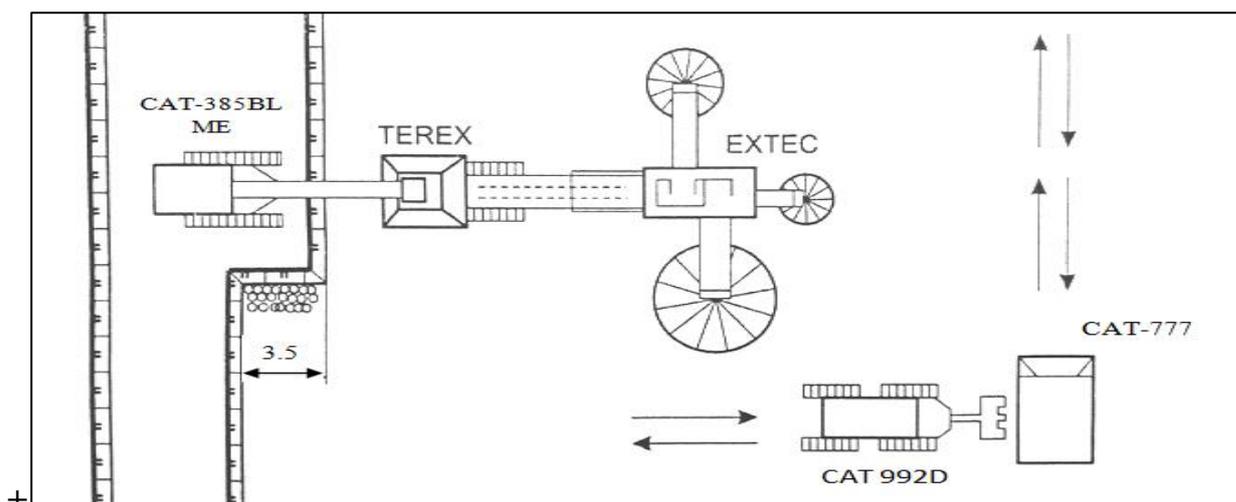


Рис.3.11 - Технологическая схема выемочно-погрузочных и дробильно-сортировочных работ ZL-50 погрузки

Из схемы (рис. 3.11), разрыхленная горная масса погружается экскаватором нижней погрузкой в дробилку TEREX PEGSOM (Premiertrack 1100*650, AX 866) после чего дробленая масса подается на грохот Ехтес (S-4, E-7). Разделенный по фракциям погружается в автосамосвалы погрузчиком, после чего отправляется потребителю.

Производительность экскаватора CAT-385 BL ME, при работе с активным ковшом и при рыхлении и погрузке показана (рис. 3.12) из которого следует, что в условиях залежи "Южная" экскаватор успешно может работать с активным ковшом до прочности бокситов в пределах 70 - 80 МПА после чего следует использовать рыхлитель.

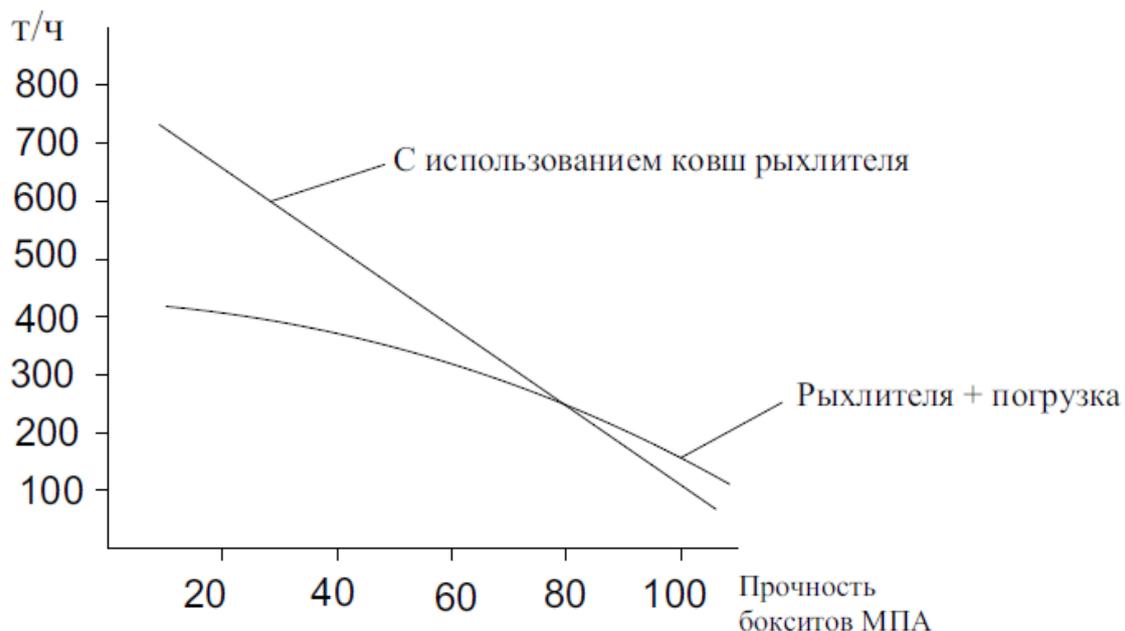


Рис. 3.12. Производительность экскаватора CAT 385 BL ME на залежи " Южная"

Использования данных, мы можем определить пример время рыхления пород на участке "Южная" залежь.

Время на рыхление пород в пределах одного заезда

$$T = t_3 + t_p + t_v, \text{ мин}$$

где t_3, t_v – время заглабления и выглабления зуба рыхлителя, мин (принимается равным соответственно 0,15-лево-дорожный и 0,1-право-дорожный);

t_p – время рыхления пород в пределах одного заезда, мин:

$$t_p = \frac{L_p}{V_p} = \frac{B + H_y C t g \alpha}{V_p}, \text{ мин}$$

где B – ширина верхней площадки уступа, м;

H_y – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, град;

V_p – скорость движения рыхлителя, м/мин;

Время заезда рыхлителя на новую борозду

$$T_0 = t_m + t_d + t_n, \text{ мин}$$

где t_m, t_n – время на маневры рыхлителя и переключение передач, мин, соответственно принимаются равными 0,3 и 0,15 мин;

t_d – время движения холостым ходом, мин

$$t_d = \frac{B + H_y C t g \alpha}{V_0}, \text{ мин}$$

где V_0 – скорость движения рыхлителя на холостом ходу, м/мин;

Часовую производительность рыхлителя

$$Q_{\Pi} = \frac{60 \times N \times h_y \times (B + H_y c t g \alpha)}{T + T_0} \times K_{\Pi}, \text{ м}^3/\text{час}$$

где K_{Π} – коэффициент использования рыхлителя в течение смены.

В пределах подготавливаемого блока объём рыхления пород равен

$$V_{\Pi} = (B + H_y c t g \alpha) L \times H_m, \text{ м}^3$$

где H_m – мощность слоя пород, м.

Определим время необходимое для рыхления пород в блоке

$$T_{\Pi} = \frac{V_{\Pi}}{Q_{\Pi}}; \text{ ч.}$$

ВЫВОДЫ:

1. Проведений анализ показал, что гидравлические экскаваторы имеют ряд; преимуществ позволяющих их использовать на всех участках залежи "Южная".
2. В условиях Право-дорожного участка где прочность горных пород будет свыше 70 МПА будет увеличиваться износ зубьем, снижаться производительность экскаватор и удорожаться себестоимость продукции.
3. Полученные зависимости производительности рыхлительного оборудования от глубины рыхлимого слоя и трещиноватости горного массива позволили установить, что максимальная производительность экскаватора при рыхлении достигает 92 м³/ч при разработке сильнотрещиноватых пород .
4. Применения экскаваторов с активным ковшом можно рекомендовать для применения в условиях участка Лево-дорожного где прочность породы составляет (25...30 МПА).
Однако в этом случае гранулометрический состав потребб дополнительный переработки в дробилках крупного дробления.

ГЛАВА 4: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ КОМБАЙНАМИ ПОСЛОЙНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

4.1 Оценка конструктивных особенностей комбайнов послойного фрезерования

Для селективной добычи полезных ископаемых на карьерах в последние годы созданы различные машины, среди которых наибольший интерес представляют фрезерные комбайны. Комбайны послойного фрезерования для выемочно-погрузочных работ представлены фрезерным оборудованием для открытых горных работ типа "Contunius Surface Miner" (CSM), а именно модели HURON фирмы RANCO (США), модели серии SM фирмы VIRTGEN (Германия), модели серии CM фирмы VESERHUTTE (Германия) и ряд других.

Комбайны серии CSM представляют собой компактные мобильные выемочные агрегаты с небольшой глубиной копания, реализующие технологические процессы механического отделения горной породы от массива методом резания, дробления и погрузки горной массы. В настоящее время комбайны используются на карьерах при разработке рыхлых горных пород и пород средней крепости. В качестве транспортных средств наиболее часто применяются автосамосвалы, углевозы, но возможно также их сочетание с конвейерным транспортом через передвижные бункерные или межуступные перегружатели. Кроме того может применяться технология отгрузки разрабатываемой породы в штабели для последующей ее погрузки экскаваторами или колесными погрузчиками в средства транспорта.

Комбайны состоят из узлов, успешно применяемых в конструкциях шахтного и карьерного оборудования, а также оборудования для дорожного и аэродромного строительства: рабочего органа, гусеничного шасси, опорной рамы, привода, кабины, перегружателя, разгрузочного конвейера, электро- и гидросистемы. Общий вид комбайна послойного фрезерования представлен на рис.4.1.

Ходовая часть комбайна состоит из трех или четырех гусеничных тележек. Рабочий орган находится между гусеницами комбайна, что обеспечивает устойчивость при работе и относительно стабильную область применения комбайнов в зависимости от прочности горных пород. Рабочий орган состоит из шнекового барабана, оснащенного штыревыми резами,

которые расположены по винтовой линии и армированы вставками из кобальто-вольфрамового твердого сплава. Число резцов, их тип и расстояние между ними определяется в зависимости от физико-механических свойств разрабатываемых горных пород, причем с увеличением их крепости расстояние между резцами должно уменьшаться.

Необходимая глубина фрезерования устанавливается при помощи гидроцилиндров, расположенных по бокам шнекового барабана. На последней модели фирмы WIRTGEN - 4200 SM/1600 привод рабочего барабана осуществляется механическим способом через многодисковую муфту и планетарную коробку передач.

Разрушаемый материал, отбитый почти кругообразными движениями резцов, благодаря их спиральному расположению равномерно перемещается к центру и через направляющий лоток попадает на короткий приемный ленточный транспортер. Этот транспортер передает его на разгрузочный стреловый ленточный конвейер. В целях борьбы с налипанием породы на рабочие органы конвейеров, последние оборудованы очистительными роликами.

Рабочий орган. У разных производителей добычные валы разделяют на фронтальные, средние и хвостовые. Широко распространенным являются фрезы со средними валами, в которых добычные валы находятся между опорами ходовой части. Их преимущество состоит в использовании веса экскаватора для определенного нажима на вал.

Технологический недостаток (резка периферийных участков) при расположении валов посередине может быть устранен фронтальными валами. Возможно также использование хвостовых фрез.

Наряду с жесткими валами, иногда используются фрезы, расположенные на рабочей стреле. К фрезам на стреле, наряду с горизонтальными валами, могут подводиться и фрезерные головки.

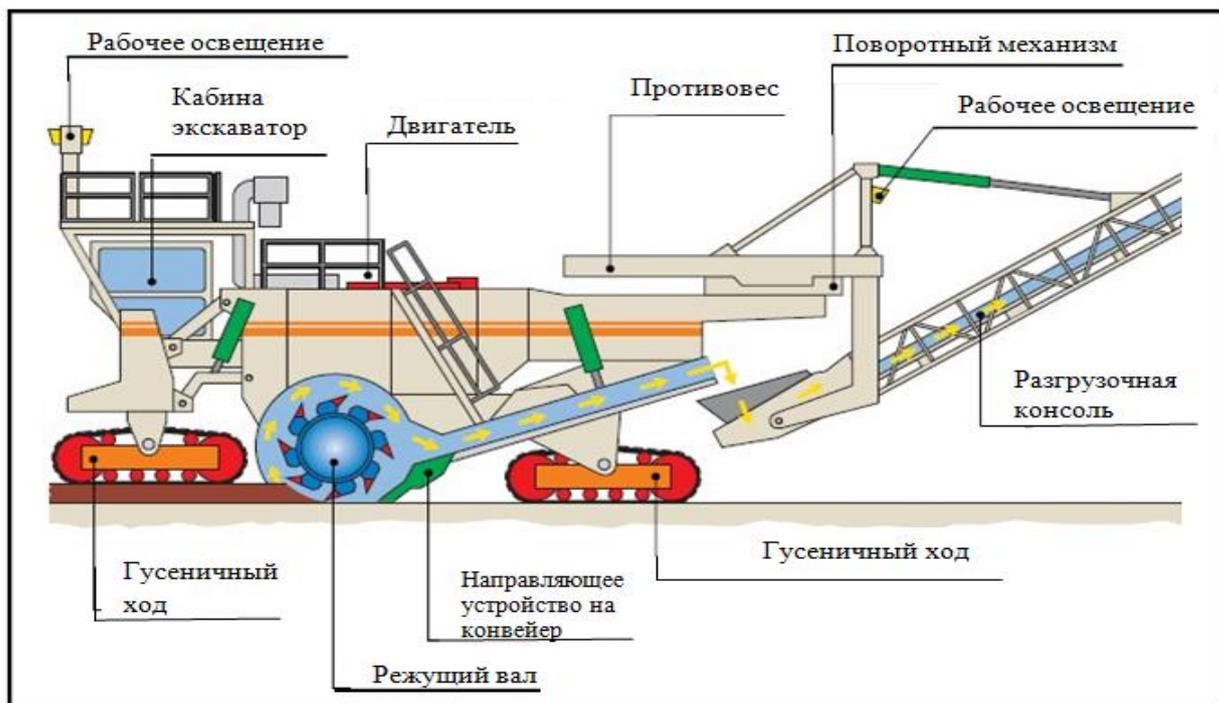


Рис.4.1. Фрезерный экскаватор (CSM) с расположенным посередине режущим валом

Разгрузка. Принципиально фрезерные экскаваторы CSM могут использоваться либо только для выемке, либо для выемке и загрузки. Если необходимо обрабатывать забой слоями, обработанная масса высыпается на рабочую площадку, с которой потом загружается отдельным устройством(подходящими являются средние и хвостовые валы).

На производительность фрезерных экскаваторов, наряду с крепостью породы, оказывают влияние следующие параметры: тип режущего инструмента, количество режущих инструментов на вале, угол установки резов, скорость вращения режущих валов, приводная мощности и высота черпания.

4.2. Исследование технология разработки

Фрезерные экскаваторы могут использоваться для разработки по всей площади месторождения или его части. В период разработки части месторождения выемка осуществляется либо горизонтальным резанием сверху вниз (вертикальный срез) (рис 4.2) либо наклонным резанием сверху во фронтальном забое по высоте откоса (наклонная разработка). При выемке по всей площади месторождения отдельные срезы должны располагаться рядом друг с другом.

Расположение срезов влияет на общую производительность экскаватора. При схеме с движением по кругу получается больше чистого времени работы, чем при схемах с поворотом или обратным ходом, так как это требует

времени на дополнительные маневровые работы. Необходимо учитывать, что а процессе движения по кругу, например, с фрезами средних валов, определенные участки невозможно разработать-скажем, выемку в тупике заходки.

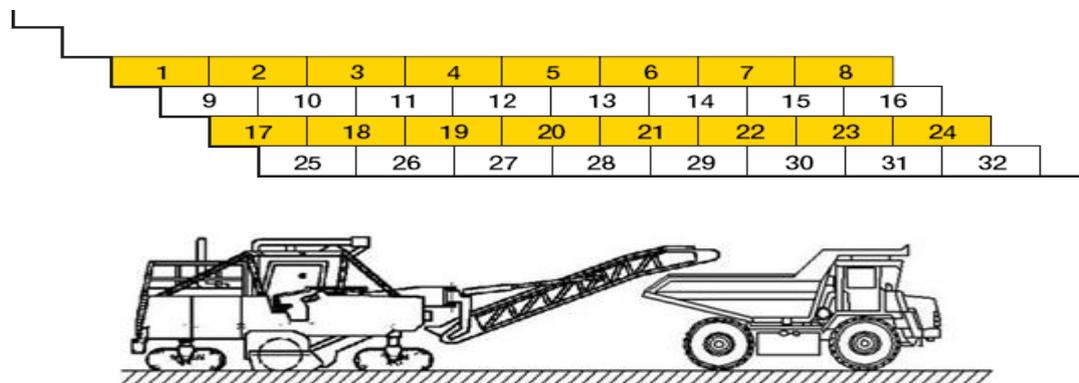


Рис. 4.2. Применение фрезерного экскаватора CSM при горизонтальной разработке

Высота среза зависит от параметров вала и составляет, как правило, менее половины его диаметра. Ее можно автоматически настроить, например через встроенную в машину нивелирную систему или систему для опознавания границы слоя. на практике точность резания можно достичь а пределе $\pm 0,5\text{см}$.

4.3. Анализ технологических схем применения комбайнов послойного фрезерования

Выемочно-погрузочные работы с использованием комбайнов послойного фрезерования осуществляются в процессе его поступательного непрерывного движения при послойной (в зависимости от типоразмера машины слоями от 0,15 до 0,60 м) разработке рудного или породного массива. При этом в отличие от традиционной технологии отработки горных пород забоем служит не уступ, а поверхность горизонтальной или слабонаклонной площадки, на которой после прохода комбайна образуются подступы с вертикальным откосом высотой, соответствующей мощности фрезеруемого комбайном слоя. Расположение рабочего органа в середине базы машины предопределяет необходимость применения специальной организации горных работ при отработке слоя, позволяющей не оставлять целики в торцах карьера, величина которых определяется расстоянием от передней гусеничной тележки до шнекового барабана. Торцы карьера должны обрабатываться другими механизмами (например, бульдозерно-рыхлительным агрегатом в комплексе с колесным погрузчиком)[17-33]. Однако следует заметить, что данное обстоятельство не имеет

принципиального значения при отработке тонких пластов попутного полезного ископаемого.

В этой связи целесообразно вначале рассмотреть возможные принципиальные технологические схемы отработки слоя, который является для комбайнов послойного фрезерования забоем. При этом, исходя из технических и технологических особенностей карьерных комбайнов Wirtgen Surface Miner, выделяются следующие схемы[33] :

- поточные с непрерывным фрезерованием;
- циклические, включающие челноковые с обратным холостым ходом, а также с разворотом в конце рабочего хода и фрезерованием в обратном направлении.

Параметром, определяющим необходимость перехода с поточных схем на циклические, является минимальный радиус поворота фрезерного комбайна, при котором производится выемка полезного ископаемого. Исходя из зарубежного практического опыта указанный радиус поворота равен примерно 6-8 значениям ширины рабочего органа (около 15-20 м). Таким образом, при наличии рабочих площадок шириной не более 30 - 40 м могут быть применены циклические схемы работы, при этом область использования каждой из них определяется длиной фронта горных работ (фронта фрезерования).

При отработке пластов полезного ископаемого крупными участками (что характерно для рабочих зон карьеров, где применяется транспортная система разработки) или небольшими опережающими карьерами применима схема работы карьерного комбайна по форме, близкой к концентрическому эллипсу с развитием горных работ от флангов к центру участка. В общем виде отработка слоя при циклических схемах работы должна производиться из предварительно пройденных врубовых выработок, минимальная ширина которых определяется габаритами и рабочими параметрами комбайна. Достаточная ширина врубовых выработок при челноковой схеме обеспечивается тремя проходами комбайна. Так, для комбайна модели 2600SM она составляет 7,8 м, для 3500SM - 10,5 м.

Поточная схема, характеризующаяся непрерывным движением комбайна по трассе, имеющей форму перемещающейся петли с витками постоянного размера, приведена на рис.4.3

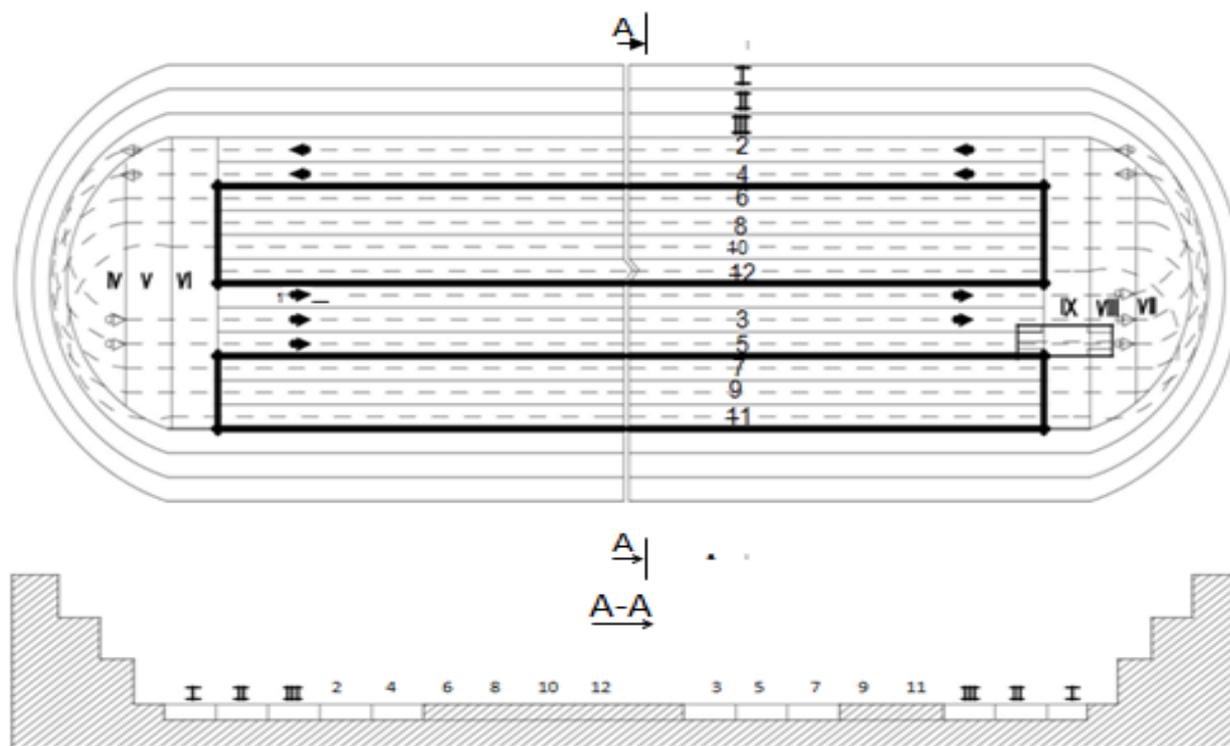


Рис.4.3 Принципиальная технологическая схема отработки слоя с непрерывным движением комбайна по «передвигающейся петле»

При применении этой схемы расстояние между двумя смежными проходами равно двум радиусам поворота комбайна. Минимальная ширина врубовой выработки должна соответствовать одному радиусу поворота и половине ширины базы комбайна. Первые три прохода (I-III) осуществляются по периметру блока по поточной схеме, затем по коротким сторонам блока по три прохода (IV-VI и VII-IX) с каждой стороны - по схеме. Параметром, определяющим минимальную ширину блока в данном случае, является расстояние, кратное радиусу поворота комбайна. Исходя из этого на оставшейся после выполнения врубовой выработки ширине блока, равной трем полосам (I-III) должно размещаться 12 проходов, обрабатываемых комбайном за шесть циклов. При этом рабочий цикл включает: заезд комбайна из врубовой выработки в центр блока на полосу 1 (см. рис.4.3), фрезерование полосы, поворот в противоположной врубовой выработке, заезд на полосу 2 и ее фрезерование в обратном направлении, разворот в исходной врубовой выработке и заезд на полосу 3. После этого циклы повторяются [33].

При коротком (100 - 150 м) фронте работ предпочтительнее челноковая схема работы (рис.4.4), так как время на поворот комбайна в конце рабочего хода больше, чем время обратного хода. В этом случае врубовые выработки в торцах блока сооружаются в процессе поточной

отработки (минимально три прохода), а остальные проходы (с 4-го по 13-й) осуществляются по челноковой схеме работы. Рабочий цикл включает: заезд комбайна из врубовой выработки на полосу 4, фрезерование этой полосы до въезда в противоположную врубовую выработку, возвращение назад на транспортной скорости (40-50 м/мин) в исходное положение. После чего циклы повторяются[33].

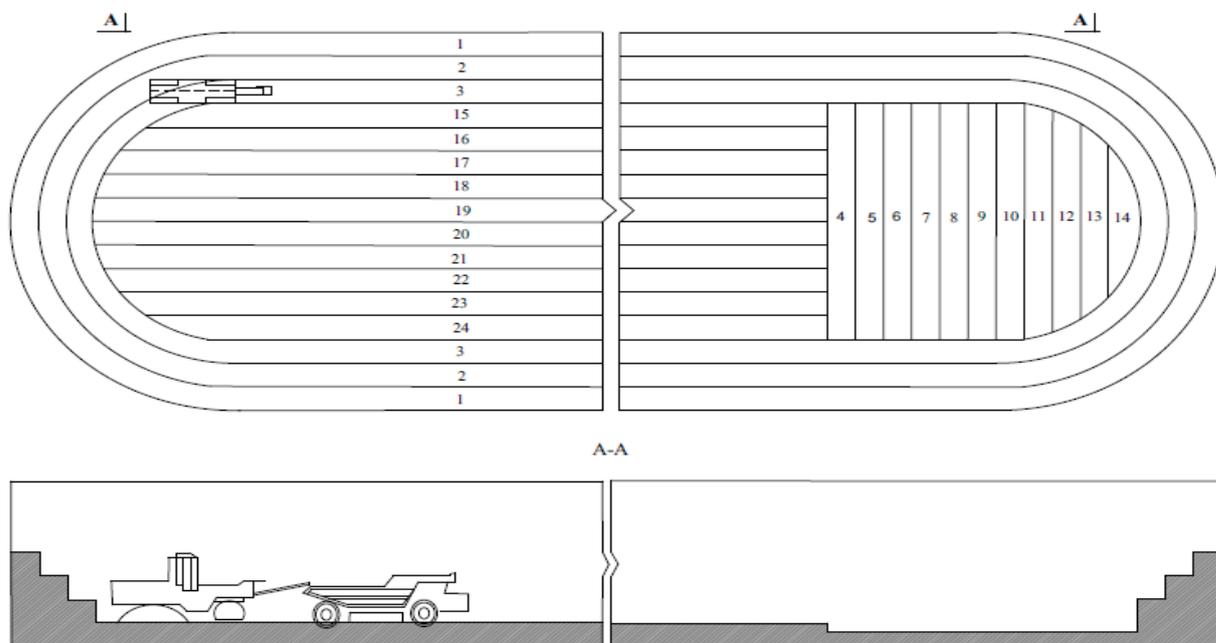


Рис.4.4 Последовательность прохода комбайна при отработке слоя в блоке с длиной работ до 150 м

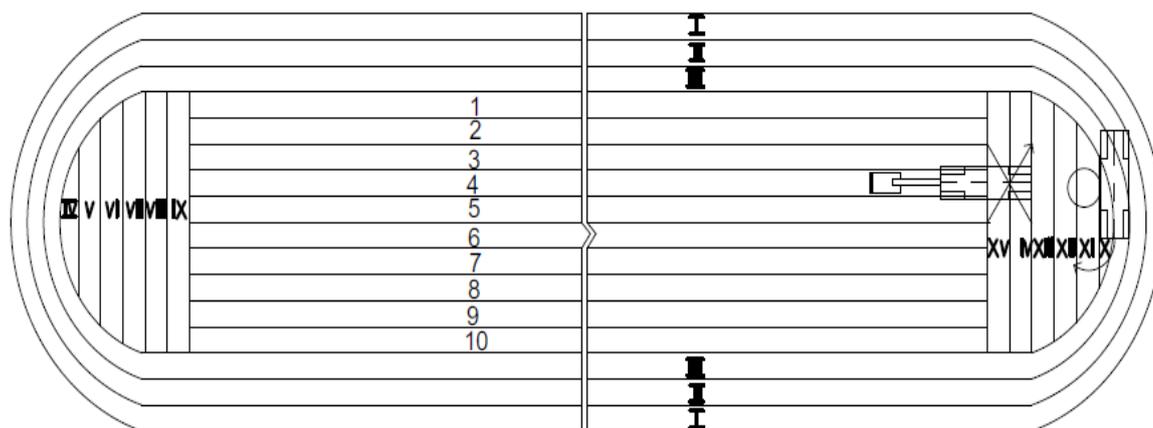
При большем фронте горных работ целесообразна схема с разворотом комбайна и фрезерованием в обратном направлении (рис.4.5). В этом случае ширина врубовых выработок должна обеспечивать безостановочный разворот комбайна при минимальном радиусе поворота. Для этих целей первые три прохода осуществляются по поточной схеме, затем перпендикулярно длинной оси блока выполняются проходы с IV по IX и с X по XV по челноковой схеме, после чего последовательно (с 1-го по 12-й) проходы осуществляются по схеме с разворотом и развитием фронта горных работ от фланга к флангу. При этом рабочий цикл включает: заезд комбайна из врубовой выработки на полосу, фрезерование полосы и поворот в противоположной врубовой выработке (см. рис.4.5-а); заезд на следующую полосу (см. рис.4.5-б) и ее фрезерование в обратном направлении. После чего циклы повторяются[34].

В наибольшей мере преимущества применения комбайнов с послойным фрезерованием реализуются при наличии значительного

фронта работ, когда обеспечивается непрерывная работа машины с минимальным числом вспомогательных операций и холостых пробегов. Исходя из этого при использовании транспортных систем разработки создаются благоприятные условия для работы этих карьерных комбайнов.

При отработке горизонтальных или наклонных залежей (с углами падения от 5 до 10 градусов) возможно использование схемы, приведенной на рис. 4.5. Сложно структурный пласт, представленный, например, тремя пачками, обрабатывается комплексом "карьерный комбайн - колесный погрузчик - автосамосвал". При этом участок месторождения делится на блоки (в рассматриваемом случае блоки А и Б). Ширина блока принимается равной семи проходам комбайна и определяется максимальным радиусом отсыпки. Работа комбайна осуществляется по одной из возможных схем (челноковая или с разворотом), что определяется конкретными горнотехническими условиями (длиной фронта работ, мощностью слоев попутного полезного ископаемого и прослоек пустых пород, шириной участка месторождения). Добываемое полезное ископаемое или удаляемые пустые породы комбайном отсыплются в штабель, который организуется следующим образом (см. рис.4.5, блок А). Первый проход выполняется в центре блока (проход 1а). При этом разгрузочный конвейер направлен строго назад, противоположно ходу движения, и отсыпка горной массы ведется сзади на отработанную полосу. При последующих проходах (2а-7а) конвейер располагается под различными углами к направлению движения таким образом, чтобы образовывался компактный штабель (навал).

а)



б)

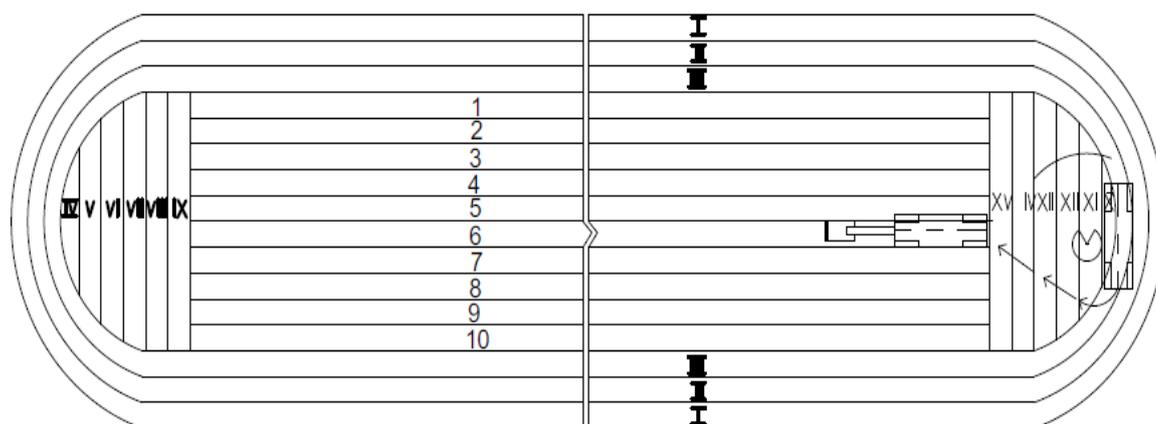


Рис.4.5 Схема работы комбайна при отработке блоке с длиной фронта работ более 150 м

По мере необходимости отгрузка полезного ископаемого или пустых пород из штабеля осуществляется колесным погрузчиком (возможно также применение гидравлических экскаваторов), который способен преодолевать достаточно крутые (до 30%) подъемы. При этом автосамосвал располагается на горизонтальной площадке. Рассмотренная схема в определенных условиях может найти применение при отработке горизонтальных и слабонаклонных залежей, а также в сочетании с конвейерным транспортом. В последнем случае возможна схема работы с забойными конвейерами и передвижным бункером-питателем или полустационарным перегрузочным пунктом[33].

В условиях бестранспортной системы разработки ширина вскрышной и соответственно добычной заходок определяется линейными параметрами вскрышного экскаватора - драглайна и мощностью перемещаемых в выработанное пространство вскрышных пород и составляет, как правило, 30-50 м. Исходя из этих условий представляется целесообразным применение челноковых схем работы комбайна с длиной фронта работ до 150 м. Указанный параметр должен уточняться в каждом конкретном случае в зависимости от горнотехнических условий разработки.

При разработке горизонтального или пологопадающего пласта принципиальная организация горных работ с использованием комбайнов послойного фрезерования следующая. Добычная заходка делится на два (или более) блоков, ширина которых определяется максимальным радиусом разгрузки конвейера комбайна, что позволяет, где это возможно, перемещать пустые породы (слой зачистки или прослойки) непосредственно в выработанное пространство. При этом каждый блок разрабатывается на полную мощность полезной толщи.

При разработке одного пласта может быть рекомендована следующая последовательность выполнения технологических операций: удаление слоя зачистки в первом блоке с перемещением его в выработанное пространство; добычные работы в первом блоке; удаление слоя зачистки во втором блоке; добычные работы во втором блоке.

Таким образом комбайны послойного фрезерования могут быть применены для селективного извлечения пластов попутных полезных ископаемых в любой части рабочей зоны карьера, как в верхней, обрабатываемой по транспортной системе разработки, так и в нижней, где используется бестранспортная или транспортно-отвальная система разработки.

В условиях залежи "Южная" предлагается на участках создавать передовой карьере размена 150×50 м, который можно будет использовать для складирования вскрышных пород.

4.4 Обоснование производительности комбайнов послойного фрезерования

Техническая производительность комбайнов послойного фрезерования (в целике) является функцией эффективной глубины разрушения горных пород (глубины фрезерования) h , ширины рабочего органа комбайна V_{ϕ} и рабочей скорости $V_{\text{раб}}$, т.е.

$$Q_{\text{кпф}} = V_{\text{раб}} V_{\phi} h, \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (4.1)$$

Значение эффективной глубины разрушения устанавливается из условия обеспечения требуемой кусковатости при экскавации горной породы и не должно превышать мощности селективно разрабатываемого пласта полезного ископаемого.

На выбор конструктивного параметра V_{ϕ} влияет несколько технологических факторов: габариты комбайна при движении по карьерным дорогам; трудности при маневрах комбайна на рабочей площадке, особенно при разворотах; рост массы комбайна при увеличении ширины шнекового барабана. С другой стороны, при больших значениях показателя V_{ϕ} снижается число заходов в эксплуатационном блоке, что позволяет комбайну затратить на его разработку меньшее количество времени, благодаря снижению количества разворотов в торце заходов.

Изучение технических характеристик комбайнов для послойного фрезерования показывает, что ширина рабочего органа у комбайна производительностью 170-1500 т/ч находится в пределах 1,9 - 4,2 м.

Техническая производительность комбайнов послойного фрезерования определяется с учетом обеспечения безопасной и эффективной загрузки автотранспортных средств в процессе движения комбайна при работе. Совместная эксплуатация фрезерных комбайнов типа CSM и транспортных мобильных средств на карьерах выявила факт снижения общей эффективности погрузочных работ, связанное с относительно высокой рабочей скоростью движения комбайнов (10-27 м/мин). Это может привести к повышенным нагрузкам на трансмиссии и двигатели автосамосвалов и вызвать определенные организационные трудности в зоне погрузки горной массы. Поэтому оптимальная величина рабочей скорости комбайна должна находиться в диапазоне значений 60-180 м/ч.

Эксплуатационная производительность комбайна Wirtgen Surface Miner определяется в зависимости от принятой схемы работы по следующим формулам:

при челноковой схеме работы с обратным холостым ходом

$$Q_{x,x} = (60 h B_{\phi} L_p) / (T_o + L_p / V_p + T_{\Pi} + L_x / V_x), \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (4.2)$$

где h - глубина фрезерования, м; B_{ϕ} - ширина полосы фрезерования (рабочего органа), м; L_p - средняя длина рабочего хода, м; L_x - то же, холостого хода, м; V_p - скорость движения машины при фрезеровании, м/мин; V_x - скорость машины при холостом (обратном) ходе, м/мин; T_o , T_{Π} - время, в течение которого происходит опускание шнекового барабана на забой (или поднятие от забоя) до начала движения (соответственно 0,5 и 0,3 мин);

при челноковой схеме работы с поворотом и фрезерованием в обратном направлении

$$Q_{\text{пов}} = (60 h B_{\phi} L_p) / (T_o + L_p / V_p + T_{\text{пов}} + T_{\Pi}), \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (4.3)$$

где $T_{\text{пов}}$ - время, затрачиваемое на поворот комбайна для фрезерования в обратном направлении, мин;

при поточной схеме работы

$$Q_{\text{пот}} = 60 h B_{\phi} V_p, \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (4.4)$$

Сменная эксплуатационная производительность фрезерного комбайна определяется по выражению [35]

$$Q_{\text{см}} = Q_{\text{час}} T_{\text{см}} k_1 k_2 k_3, \quad \text{м}^3/\text{смен.}, \quad (4.5)$$

где $Q_{\text{час}}$ - часовая производительность комбайна, $\text{м}^3/\text{ч}$; $T_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены, ч; k_1 - коэффициент, учитывающий затраты времени на техническое обслуживание агрегатов машины, $k_1 = 0,83$; k_2 - коэффициент, учитывающий затраты времени на замену резцов, $k_2 = 0,95$; k_3 - коэффициент, учитывающий потери времени при замене и установке автосамосвалов под погрузку, $k_3 = 0,95$.

Годовая эксплуатационная производительность фрезерного комбайна (в целике) может быть рассчитана по формуле

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{час}} N_{\text{дн}} N_{\text{см}} T_{\text{см}} K_{\text{и}} , \quad \text{м}^3/\text{год}, \quad (4.6)$$

где $N_{\text{дн}}$ - количество рабочих дней в году; $N_{\text{см}}$ - количество смен в течение суток; $K_{\text{и}}$ - коэффициент использования комбайна во времени.

Производительность фрезерного комбайна является одним из основных факторов, определяющих не только технико-экономические показатели горных работ по извлечению попутного полезного ископаемого, но и количественные параметры всего технологического комплекса. Данное обстоятельство объясняется тем, что производительность вскрышной машины или комплекса машин, осуществляющих в процессе экскавации вскрышных пород вскрытие залежи попутного полезного ископаемого, и интенсивность отработки забоя фрезерным комбайном должны соответствовать друг другу. Исходя из этого, при принятом типоразмере фрезерного экскаватора максимальная извлекаемая мощность пласта попутного полезного ископаемого не должна превышать значения, определяемого по формуле

$$h_{\text{max}} = (Q_{\text{час}} T_{\text{см}} k_1 k_2 k_3) / (A V_{\text{вскр}} K_{\text{извл}}) , \quad \text{м}, \quad (4.7)$$

где A - ширина вскрышной заходки, м; $V_{\text{вскр}}$ - скорость подвигания вскрышного экскаватора, осуществляющего вскрытие залежи попутного полезного ископаемого (скорость подвигания вскрышного забоя) в течение смены, м; $K_{\text{извл}}$ - коэффициент извлечения попутного полезного ископаемого при работе фрезерного комбайна.

Если задана извлекаемая мощность попутного полезного ископаемого $h_{\text{п}}$, потребная производительность фрезерного комбайна рассчитывается по выражению

$$Q_{\text{час}} = (A V_{\text{вскр}} h_{\text{п}} k_{\text{извл}}) / (T_{\text{см}} k_1 k_2 k_3) , \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (4.8)$$

Расчетная производительность фрезерных комбайнов типоразмерного ряда фирмы WIRTGEN следующая:

1900 SM	170 м ³ /ч;
2500 SM	390 м ³ /ч;
3000 SM	720 м ³ /ч;
3500 SM	1050 м ³ /ч;
4200 SM/1200	1500 м ³ /ч;
4200 SM/1600	1500 м ³ /ч.

В основу приведенного расчета производительности положено фрезерование (резание) пород со скоростью 10 м/мин. Производительность фрезерного комбайна Виртген 2500SM (Рис 4.6) в зависимости от прочности горных пород.

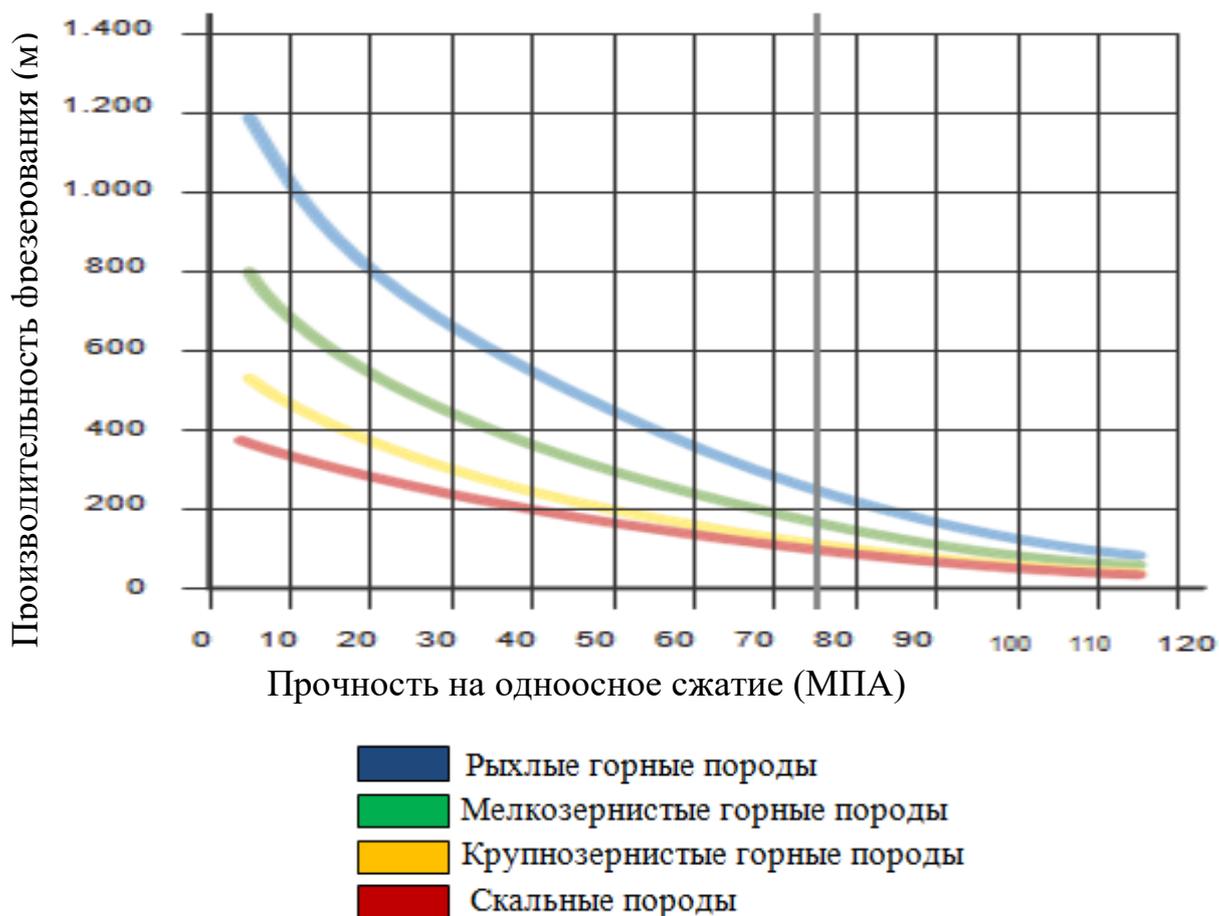


Рис 4.6 Производительность фрезерования карьерного комбайна Wirtgen 2500 SM

4.5 Определение параметров рабочего органа комбайнов и оценка энергетических показателей их применения для извлечения полезных ископаемых

В качестве рабочего органа на комбайнах послойного фрезерования принят шнековый барабан, оснащенный штыревыми шарошками. Общий вид рабочего органа приведен выше (см. рис.4.1).

Требуемый гранулометрический состав разрушенных горных пород в процессе выемочно-погрузочных работ может быть обеспечен соответствующим выбором конструктивных элементов рабочего органа комбайна.

Диаметр барабана на мощных моделях комбайнов, например, 3500SM или 4200SM фирмы WIRTGEN, составляет 0,6-0,7 м. Благодаря блочному размещению резцов на барабане и вылету резцов зубьев 600-650 мм,

диаметр шнекового барабана с оснасткой достигает $D_{\phi} = 1800-2100$ мм, а окружная скорость вращения зубьев - 3-4 м/с.

В качестве режущего инструмента используются штыри для проходческих комбайнов с клиновидной или сферической формой головки. Диаметр штыря обычно составляет $d_{ш} = 25-30$ мм; вылет - $h_{ш} = 150$ мм.

Эксплуатация горной техники с использованием штыревых шарошек показала, что резание горной породы осуществляется за счет внедрения штырей в поверхность породы с образованием лунок выкола с фактической глубиной, составляющей 0,6-0,75 от величины вылета штыря. Одновременно с этим формируются зоны концентрации напряжений в вершинах лунок, создаются условия для роста микротрещин вглубь массива от поверхности разрушения. При двух соседних, достаточно отдаленных друг от друга резцов, появляется возможность отделения более крупных кусков породы способом скола или отрыва в результате повторного воздействия резцов на пропиленный участок массива при постоянном движении комбайна и вращении барабана. Как показывают зарубежные исследования способом резания разрабатывается 30-40% пород, а остальная часть разрушается сколом[16].

Регулирование среднего размера разрушенного куска $d_{ср}$ достигается благодаря определенной схеме расстановки резцов (штырей) на рабочем барабане в сочетании с показателями рабочей скорости комбайна и угловой скорости вращения барабана. В соответствии с требованиями обеспечения заданной кусковатости разрушенных пород, характеризуемых параметром $d_{ср}$, принимается расстояние между линиями резания $f = d_{ср}$. При этом количество линий резания определится по выражению

$$N_f = (B_{\phi} / f - 1) . \quad (4.9)$$

Опыт эксплуатации горной техники с фрезерными рабочими органами показывает, что для эффективного разрушения горной породы достаточно иметь один резец (штырь) в линии резания. Поэтому число штырей на барабане принимается равным $N_{ш} = N_f$.

Шаг расстановки штырей на винтовой линии рассчитывается по формуле

$$l_{ш} = \{ (3,14 D_{\phi}^2)^2 - B_{\phi}^2 \} / N_f , \text{ мм.} \quad (4.10)$$

Наибольшее распространение получила симметричная схема расстановки резцов на рабочем барабане.

Эффективная глубина разрушения массива породы h должна приниматься при этом больше показателя $d_{ср}$.

Необходимая мощность силовой установки фрезерного комбайна определяется на основе расчета затрат энергии, требующейся для разрушения горных пород до необходимой степени дробления рабочим органом.

Удельные затраты энергии при разрушении пород фрезерными комбайнами могут быть определены из условия сравнения их с удельными затратами энергии при разрушении пород шарошками буровых станков[16]. Согласно закону Кирпичева-Кика:

$$E_{фк} = E_б \{ \ln [d_{ср} / d_б] \}^{-1} , \quad \text{кВт-ч} / \text{м}^3 , \quad (4.11)$$

где $d_б$ - средний размер частицы разрушенной породы при шарошечном бурении скважины, мм; $E_б$ - удельная энергоемкость шарошечного бурения, кВт-ч / м³.

С учетом установленной удельной энергоемкости разрушения горных пород фрезерным комбайном необходимая мощность силовой установки должна быть равна

$$N = 1,2 E_{фк} Q_{час} , \quad \text{кВт.} \quad (4.12)$$

Мощность двигателя для комбайнов типоразмерного ряда фирмы WIRTGEN соответствует следующим значениям[37]:

1900 SM	298 кВт;
2500 SM	559 кВт;
3000 SM	559 кВт;
3500 SM	895 кВт;
4200 SM/1200	895 кВт;
4200 SM/1600	1193 кВт.

4.6. СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

4.6.1. Общие положения

В процессе выбора рациональной технологии разработке участков бокситов учитываются мощность залежи, глубина залегания, угол падения, крепость горных пород и производительность карьера.

В таких условиях на месторождениях преимущественное распространение получили транспортные системы разработок. Для транспортирования горной массы на карьерах используется железнодорожный, автомобильный и конвейерный транспорт.

Ограничения экологического характера, вводимые на производство взрывных работ при эксплуатации месторождений бокситов ставят задачу

совершенствования технологии их отработки в направлении не только уменьшения техногенной и экологической безопасности.

Таким образом для карьеров, разрабатывающих различные полускальные и частично скальные горные породы задача может быть решена при использовании машин (комбайнов) с фрезерным рабочим органом.

Главное достоинство этих машин заключается в совмещении нескольких технологических процессов: подготовки к выемке (рыхления), погрузки и первичного дробления полезных ископаемых. Как правило, размер получаемых кусков горной массы не превышает 300 мм и при необходимости может быть уменьшен. Это позволяет применять в карьере поточные виды транспорта, не используя специфическое дополнительное оборудование (например, дробильные агрегаты). Машины обеспечивают высокую селективную способность за счет регулирования толщины срезаемого слоя горных пород. При этом в процессе их работы образуются ровные, не требующие планировки рабочие и транспортные площадки уступов.

В связи с этим, учитывая горно-геологические условия залегания месторождения, физико-механические свойства слагающих его пород, а также принимая во внимание сложный гористый рельеф местности в границах проектируемого карьера, в проекте принята транспортная система разработки.

При этом учитывалась возможность использования технологических схем производства горных работ на месторождении.

1. Оработка месторождения осуществляется по безвзрывной технологии с использованием фрезерных комбайнов непрерывного действия фирмы Wirtgen (Германия). Погрузка разрабатываемой комбайном скальной горной массы производится на забойные ленточные конвейеры. Этими конвейерами полезное ископаемое доставляется к приемным устройствам ДОФ.

Однако, учитывая ограниченные запасы участков и следовательно производительность от использования комбайнов оказались.

2. Оработка месторождения также отрабатывается с использованием фрезерных комбайнов. Разрабатываемые при этом скальные горные породы комбайнами складываются в штабель вдоль фронта движения последних. Из организованного комбайнами штабеля полезное ископаемое перегружается колесными погрузчиками в автосамосвалы и транспортируется к приемным устройствам ДОФ, на расчетный 1,2....1,5.

4.6.2. Вскрышные работы

Вскрышные породы на месторождении представлены суглинками четвертичного возраста, глинистыми сланцами аргиллитоподобными и песчаниками нижнемеловой системы. Мощность вскрышных пород на основной части месторождения весьма невелика - до 2 м; Средний эксплуатационный коэффициент вскрыши в проектном контуре карьера составляет 0,25 м/т.

В целом на участках мощность вскрышных пород незначительно. Там где участки свободны от посторонних металлических предметов и древесно-кустарниковых насаждений, вскрышные породы успешно могут быть отработаны фрезерным комбайном.

Однако в нижней части Лево-дорожного участка имеется возвышенность которые необходимо отрабатывать либо экскаваторами либо колесными погрузчиками.

К вскрышным породам отнесены также незначительные объемы некондиционных бокситов.

Отработка рыхлых вскрышных пород. Рыхлые вскрышные породы размещаются на территориально расположенных в различных частях рабочей зоны карьера. В связи с этим на участках малой мощности, удаляются с помощью бульдозеров рыхлителями и колесных погрузчиков перемещается автосамосвалами в отвал.

Технико-экономические показатели эксплуатации погрузочно-транспортного комплекса при использовании карьерных погрузчиков во многом зависят от организации их работы в забое, а также от схемы установки автосамосвала под загрузку погрузчиком.

В горнотехнических условиях месторождения бокситов наиболее эффективна работа погрузчиков во фронтальном забое с применением поперечных заходов. При этом использование современных карьерных погрузчиков с шарнирно-сочлененной рамой обеспечивающих возможность разворота их до $80-90^{\circ}$ практически на месте, определяют применение следующих схем совместной работы погрузчиков с автосамосвалами.

Автосамосвалы подаются задним ходом на минимально возможное безопасное расстояние к нижней бровке уступа или вплотную к нижней бровке развала горной породы и устанавливаются к фронту забоя под различными углами α ($10-45$ и 60°). Работа погрузчика осуществляется с отъездом от забоя, разворотом на $(90-\alpha)^{\circ}$ и подъездом пневмоколесного погрузчика к автосамосвалу (рис.4.7).

Возможна также подача автосамосвалов на погрузку задним ходом, не доезжая на 4-6 м до нижней бровки, перпендикулярно к фронту забоя под углом $\alpha=0^\circ$. Погрузчик в этом случае работает с разворотом к разгрузке на 90° .

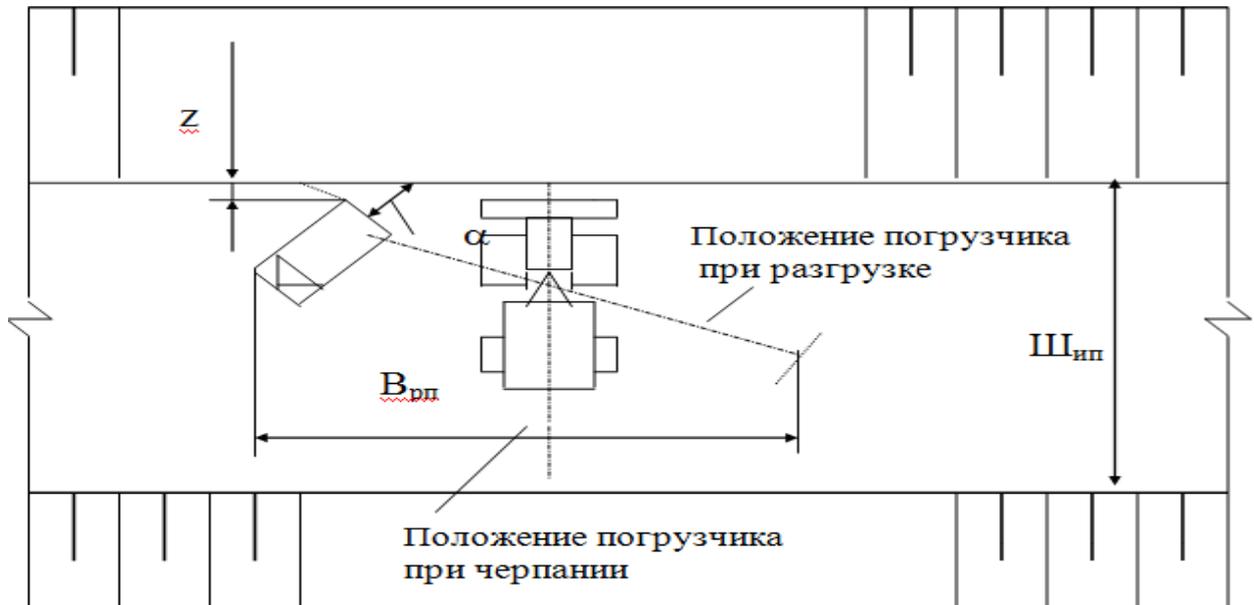


Рис. 4.7.- Схема для определения минимальной ширины рабочей площадки погрузчика $V_{рп}$ и ширины рабочей площадки уступа $Ш_{рп}$

Эти схемы обеспечивают минимальное перемещение погрузчиков в забое [36].

Исследованиями ИПКОН РАН установлено, что наименьшая продолжительность рабочего цикла погрузчиков грузоподъемностью 8-15 т достигается при углах установки автосамосвала к фронту забоя $10-20^\circ$ [37]. Эти исследования также показали, что ширина погрузчика практически не оказывает влияния на формирование ширины рабочей площадки погрузчика и уступа. При этом в первом случае определяющими факторами являются длина погрузчика, угол установки автосамосвала к фронту забоя и ширина автосамосвала, во втором - длина погрузчика.

С учетом этого аналитические выражения для определения минимальной ширины рабочей площадки погрузчика $V_{рп}$ имеют следующий вид:

- при установке автосамосвала под углом $\alpha = 10-60^\circ$ к фронту забоя и частичном развороте погрузчика

$$V_{рп} = 0,8 \cdot l_{п} + l_{а} \cdot \sin\alpha + b_{а} \cdot \cos\alpha + z, \text{ м}, \quad (4.13)$$

где $l_{п}$ и $l_{а}$ - габаритная длина соответственно погрузчика и автосамосвала, м;
 $b_{а}$ - ширина автосамосвала, м;

α - угол установки автосамосвала к фронту забоя, градус;

z - минимально допустимое расстояние между нижней бровкой уступа и автосамосвалом (погрузчиком), $z=0,4-0,6$ м [36];

- при установке автосамосвала перпендикулярно к фронту забоя на расстоянии 4-6 м от его нижней бровки

$$B_{pp} = l_{п} + b_a + z, \text{ м.} \quad (4.14)$$

Минимальная ширина рабочей площадки уступа для работы погрузчика поперечными заходками определяется из условия свободного его размещения при соблюдении требований безопасности

$$Ш_{pp} = 1,35 \cdot l_{п} + z^I, \text{ м,} \quad (4.15)$$

где z^I - ширина полосы безопасности, устанавливаемая по величине основания возможной призмы обрушения, м.

В табл. 4.1 приведены расчетные значения минимальной ширины рабочей площадки погрузчика и уступа, определенные по формулам (4.1)-(4.3) с учетом следующих исходных данных: погрузчики САТ 966Н: $l_{п} = 10,7$ м; САТ 992D: $l_{п} = 12,38$ м; автосамосвалы МАЗ- 5516: $l_a = 8,1$ м; $b_a = 2,64$ м; автосамосвалы САТ-777: $l_a = 8,12$ м; $b_a = 3,787$ м; $z = 0,6$ м; $z^I = 3,6$ м.

Минимальная ширина рабочей площадки погрузчика B_{pp} и уступа $Ш_{pp}$

Таблица 4.1

Погрузчики	Автосамосвал	B_{pp} (м) при		$Ш_{pp}$, м
		$\alpha = 10-20^0$	$\alpha = 0^0$	
САТ 966Н	САТ-785D	13,8	13,9	17,4
САТ 992D	САТ-777	16,2	16,8	21,3

Максимальная высота разрабатываемых вскрышных пород колесными погрузчиками определяется их конструктивными параметрами и составляет 7,0-8,5 м соответственно для погрузчиков типа САТ 966Н и САТ 992D. Поэтому высота уступа по наносам принята в зависимости от мощности вскрышных пород - от 1,0 до 7,0-8,5 м.

Основным преимуществом карьерных колесных погрузчиков в сравнении с традиционными видами выемочно-погрузочного оборудования является их способность работать как погрузочно-транспортная машина и, следовательно, осуществлять поочередную разработку нескольких забоев. В связи с тем что на некоторых участках месторождения "Южная" мощность вскрышных пород достигает 18-20м в работе предусмотрено при мощности

вскрышных пород на участке карьерного поля превышающей максимальную высоту черпания погрузчика, всю толщу рыхлых вскрышных пород разделить на несколько подступов или уступов. Схема поочередной работы погрузчика на двух смежных по фронту работ вскрышных подступах заключается в следующем (рис.4.8).

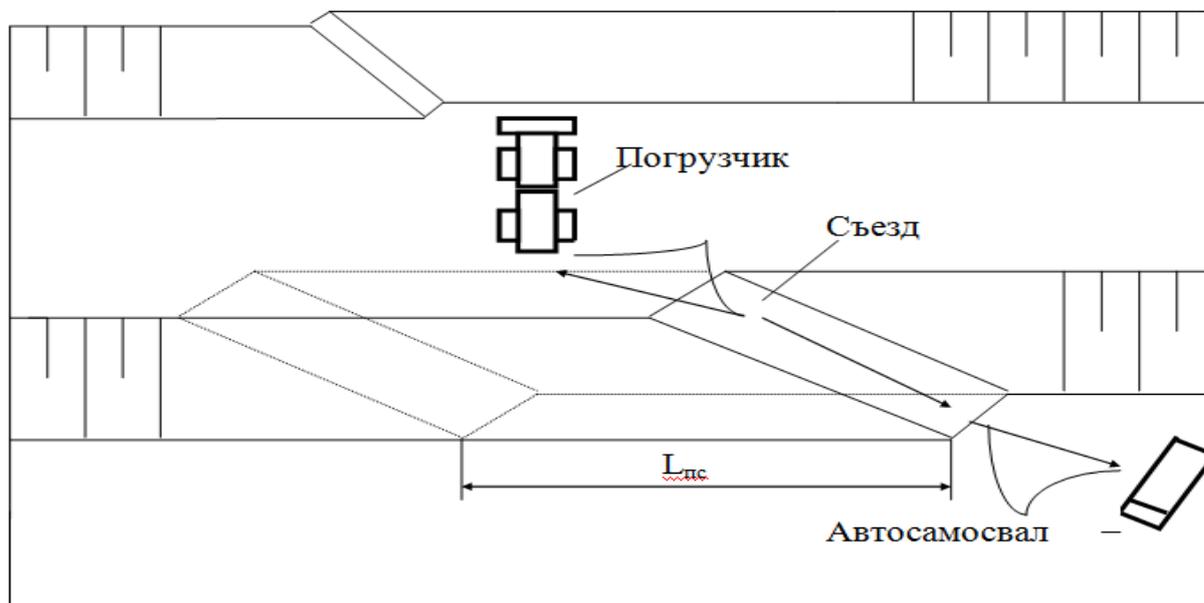


Рис. 4.8 - Технологическая схема работы погрузчика на двух подступах

Погрузчик производит выемку вскрышных пород на верхнем подступе, работая в режиме погрузочно-транспортного оборудования, и, наполнив ковш, по сьезду спускается на рабочую площадку нижнего подступа, где производит разгрузку породы в автосамосвал, установленный около сьезда. После отработки на верхнем подступе блока вскрышных пород определенной длины, погрузчик спускается по сьезду и продолжает работы на нижнем подступе в режиме выемочно-погрузочного оборудования. Отработав блок вскрышных пород нижнего подступа по фронту работ той же длины, погрузчик совместно с бульдозером сооружает новый сьезд на верхний подступ и весь цикл работ повторяется .

При поочередной работе погрузчика на трех подступах транспортные коммуникации расположены на среднем горизонте. На двух верхних подступах погрузчик работает так же, как в предыдущей схеме. При отработке блока на нижнем подступе погрузчик, наполнив ковш, поднимается по сьезду на средний подступ, где выгружает породу в автосамосвалы.

Шаг переноса сьезда определяется из условия равенства планового годового объема горных работ, приходящегося на один погрузчик, и его годовой производительности. Формула для расчета шага переноса сьезда (

при поочередной работе погрузчика на двух подступах) имеет следующий вид [37].

$$L_{\text{пс}} = 1,11 \left[\frac{3600 E_{\text{п}} T_{\text{см}} k_{\text{н}} k_{\text{и}} n_{\text{см}} / (Q_{\text{пл}} k_{\text{рк}}) - T_{\text{пос}}}{1 / v_{\text{гр}} + 1 / v_{\text{пор}}} - 1,8(L_{\text{с}} + L_{\text{пр}}) \right], \text{ м}, \quad (4.16)$$

где $E_{\text{п}}$ - геометрическая вместимость ковша погрузчика, для погрузчиков САТ 966Н и САТ 992D соответственно 4,1 и 9,3 м³;

$T_{\text{см}}$ - продолжительность смены, $T_{\text{см}} = 8$ ч;

$k_{\text{н}}$ - коэффициент наполнения ковша, $k_{\text{н}} = 1,15-1,2$;

$k_{\text{и}}$ - коэффициент использования погрузчика в течение смены, $k_{\text{и}} 0,75$;

$n_{\text{см}}$ - число смен в году, $n_{\text{см}} = 915$;

$k_{\text{рк}}$ - коэффициент разрыхления горных пород в ковше погрузчика, $k_{\text{рк}} = 1,25 - 1,30$;

$Q_{\text{пл}}$ - плановый годовой объем горных работ, м³;

$T_{\text{пос}}$ - постоянное время цикла (на черпание, маневр и разгрузку), принимается для погрузчиков САТ 966Н- 27 с, САТ 992D - 32 с;

$v_{\text{гр}}$, $v_{\text{пор}}$ - скорость погрузчика при движении соответственно к месту разгрузки и в забой, для САТ 966Н соответственно 3,06 и 3,89 м/с, САТ 992D - 3,89 и 5,56 м/с;

$L_{\text{с}}$ - длина съезда, для САТ 966Н- 100 м, САТ 992D - 125 м;

$L_{\text{пр}}$ - тормозной путь погрузчика, равный расстоянию от основания съезда до места разгрузки, $L_{\text{пр}} = 10$ м.

Сменная эксплуатационная производительность погрузчика САТ 966Н в режиме его работы как погрузочной машины определяется по формуле

$$Q_{\text{см.п}} = 3600 \cdot E_{\text{п}} \cdot k_{\text{н}} \cdot T_{\text{см}} \cdot k_{\text{и}} / [(T_{\text{пос}} + 2 \cdot L / v_{\text{ср}}) \cdot k_{\text{рк}}], \text{ м}^3. \quad (4.17)$$

Расстояние перемещения разрабатываемых вскрышных пород колесным погрузчиком от забоя до загружаемых автосамосвалов принимается равным $L = L_{\text{пс}}$ (для погрузчика САТ 966Н $L = 150$ м, САТ 992D - 250 м).

Для погрузчика САТ 966Н расчетная сменная эксплуатационная производительность определилась равной $Q_{\text{см}} = 711 \text{ м}^3 / \text{смену}$, т. е. 650 тыс.м³ /год; погрузчика САТ 992D - 1344 м³ / смену или 1230 тыс. м³ в год. Таким образом, один погрузчик как типа САТ 992D, так и типа САТ 966Н смогут обеспечить выполнение годового задания по вскрышным работам.

Некондиционные бокситы которой, разрабатываются фрезерными комбайнами и складировются в штабель вдоль фронта своего движения. Штабель из вскрышных пород формируется за два-три прохода фрезерного комбайна. Высота штабеля при этом составит 1,2 м. Погрузчик в этих

условиях работает как погрузочное оборудование, производительность его определяется по формуле (4.17).

Наименьшее расстояние передвижения погрузчика от забоя к автосамосвалу зависит от длины и радиуса поворота погрузчика, угла установки автосамосвала к фронту забоя, ширины и длины автосамосвала и определяется по формуле

$$L_{\text{дв}} = 0,26 \cdot l_{\text{п}} + 0,17 \cdot R_{\text{п}} + 0,78 \cdot l_{\text{а}} \cdot \sin \alpha, \text{ м}, \quad (4.18)$$

где $R_{\text{п}}$ - наименьший радиус поворота погрузчика; для погрузчиков САТ 966Н и САТ 992D соответственно 7,34 м и 10,2 м.

Минимальное расстояние передвижения погрузчика в забое составляет для САТ 966Н -5,7 м, САТ 992D - 6,6 м.

Расчетная производительность погрузчика САТ 966Н при погрузке скальных вскрышных пород из штабеля в автосамосвалы составит $2690 \text{ м}^3 / \text{смену}$ или $2461,5 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}$. Для погрузчика САТ 992D эти показатели соответственно равны $5328 \text{ м}^3 / \text{смену}$ и $4875,9 \text{ тыс. м}^3 / \text{год}$.

Таким образом, для рассматриваемых вариантов 1 и 2 технологической схемы горных работ на карьере в качестве вскрышного выемочно-погрузочного оборудования один погрузчик типа САТ 966Н, который успешно справится со вскрышными работами и может использоваться комбайн фрезерный при добычных.

4.7. Добычные работы

4.7.1. Общие положения

Зарубежный опыт применения фрезерных комбайнов для добычи различных полезных ископаемых свидетельствует, что максимальное рассмотрение имеют фрезерные комбайны барабанного типа.

Наибольшее практическое распространение получили первые два вида фрезерных комбайнов.

В настоящее время основными производителями фрезерных машин для горной промышленности являются фирмы Wirtgen и Huron. Свыше 100 машин типа Wirtgen применяется на карьерах ряда стран, преимущественно в угольной промышленности и промышленности строительных материалов для разработки тонких пластов или породных пропластков.

В условиях рассматриваемых участков возможны две технологичные схемы отработки с применением комбайнов с непосредственной погрузчиком автосамосвалов и расположением горной массы в штабеля.

Технология отработки залежи "Южная" подробно изложена в 4.15.

По мере увеличения фронта работ на участках до 800 и более метров схемы отработки будут несколько изменены.

На отработки при контурных зон, возможно требует изменения не только схем работы, но использования различного возможного оборудования.

4.7.2. Обеспечение требуемого гранулометрического состава горной массы

Приемные устройства требуют из технологической схемы переработки исключена стадия крупного дробления вследствие применения на добычных работах фрезерных комбайнов, максимальный размер транспортируемых бокситов не должны превышать 200 мм при среднем значении этого параметра 150 мм.

Требуемый гранулометрический состав разрушенных горных пород в процессе выемочно-погрузочных работ может быть обеспечен соответствующим выбором конструктивных элементов рабочего органа комбайна.

В качестве рабочего органа на комбайнах послойного фрезерования принят шнековый барабан, оснащенный штыревыми шарошками.

Диаметр барабана на мощных моделях комбайнов, фирмы Wirtgen, составляет 0,6-0,7 м. Благодаря блочному размещению резцов на барабане и вылету резцов зубьев 600 - 650 мм, диаметр шнекового барабана с оснасткой достигает $D_{\text{ф}} = 1800-2100$ мм, а окружная скорость вращения зубьев - 3-4 м/с.

В качестве режущего инструмента используются штыри для проходческих комбайнов с клиновидной или сферической формой головки. Диаметр штыря обычно составляет $d_{\text{шт}} = 25-30$ мм; вылет - $h_{\text{шт}} = 150$ мм.

Эксплуатация горной техники с использованием штыревых шарошек показала, что резание горной породы осуществляется за счет внедрения штырей в поверхность породы с образованием лунок выкола с фактической глубиной, составляющей 0,6-0,75 от величины вылета штыря. Одновременно с этим формируются зоны концентрации напряжений в вершинах лунок, создаются условия для роста микротрещин вглубь массива от поверхности разрушения. При двух соседних, достаточно отдаленных

друг от друга резцов, появляется возможность отделения более крупных кусков породы способом скола или отрыва в результате повторного воздействия резцов на пропиленный участок массива при постоянном движении комбайна и вращении барабана. Как показывают зарубежные исследования способом резания разрабатывается 30-40% пород, а остальная часть разрушается сколом.

Регулирование среднего размера разрушенного куска d_{cp} достигается благодаря определенной схеме расстановки резцов (штырей) на рабочем барабане в сочетании с показателями рабочей скорости комбайна и угловой скорости вращения барабана. В соответствии с требованиями обеспечения заданной кусковатости разрушенных пород, характеризуемых параметром d_{cp} , принимается расстояние между линиями резания $f = d_{cp}$. При этом количество линий резания определится по выражению

$$N_f = (B_\phi / f - 1) = (4200 / 150 - 1) = 30. \quad (4.19)$$

Здесь B_ϕ - ширина рабочего органа комбайна (для комбайнов 3500SM и 4200SM этот показатель равен соответственно 3500 и 4200 мм).

Опыт эксплуатации горной техники с фрезерными рабочими органами показывает, что для эффективного разрушения горной породы достаточно иметь один резец (штырь) в линии резания. Поэтому число штырей на барабане принимается равным $N_{ш} = N_f$.

Шаг расстановки штырей на винтовой линии рассчитывается по формуле

$$l_{ш} = \{ (3,14 D_\phi^2)^2 - B_\phi^2 \}^{1/2} / N_f = \{ (3,14 \cdot 2,1^2)^2 - 4,2^2 \}^{1/2} / 30 = 0,4 \text{ м}. \quad (4.20)$$

Наибольшее распространение получила симметричная схема расстановки резцов на рабочем барабане.

Эффективная глубина разрушения массива породы h при этом должна приниматься больше показателя d_{cp} на 25-35 % . Принимаем $h = 0,2$ м.

Это позволит обеспечить требуемый гран состав горной массы (150-200 мм).

4.7.3. Выбор модели комбайна послонного фрезерования и определение его производительности

Производительность фрезерного комбайна является одним из основных факторов, определяющих не только технико-экономические показатели горных работ по извлечению полезного ископаемого, но и количественные параметры всего технологического комплекса.

Техническая производительность комбайнов послойного фрезерования (в целике) является функцией эффективной глубины разрушения горных пород (глубины фрезерования) h , ширины рабочего органа комбайна B_{ϕ} и рабочей скорости $V_{\text{раб}}$, т.е.

$$Q_{\text{кпф}} = V_{\text{раб}} B_{\phi} h, \quad \text{м}^3/\text{ч}. \quad (4.21)$$

Значение эффективной глубины разрушения устанавливается из условия обеспечения требуемой кусковатости при экскавации горной породы.

На выбор конструктивного параметра B_{ϕ} влияет несколько технологических факторов: габариты комбайна при движении по карьерным дорогам; трудности при маневрах комбайна на рабочей площадке, особенно при разворотах; рост массы комбайна при увеличении ширины шнекового барабана. С другой стороны, при больших значениях показателя B_{ϕ} снижается число заходов в эксплуатационном блоке, что позволяет комбайну затратить на его разработку меньшее количество времени, благодаря снижению количества разворотов в торце заходов.

Изучение технических характеристик зарубежных комбайнов для послойного фрезерования показывает, что ширина рабочего органа у комбайна производительностью 170-1500 т/ч находится в пределах 1,9 - 4,2 м. В нашем случае учитывая что прочность бокситов 40-80 МПа следует рассматривать более тяжелые комбайны.

Эксплуатационная производительность комбайна Wirtgen Surface Miner для принятой в проекте схемы его работы (челноковая схема работы с поворотом и фрезерованием в обратном направлении) определяется по следующей формуле:

$$Q_{\text{ч}} = (60 h B_{\phi} L_{\text{р}}) / (T_{\text{о}} + L_{\text{р}} / V_{\text{р}} + T_{\text{пов}} + T_{\text{п}}), \quad \text{м}^3/\text{ч}, \quad (4.22)$$

где h - глубина фрезерования, м;

B_{ϕ} - ширина полосы фрезерования (рабочего органа), м;

$L_{\text{р}}$ - средняя длина рабочего хода, м;

$L_{\text{х}}$ - то же, холостого хода, м;

$V_{\text{р}}$ - скорость движения машины при фрезеровании, м/мин;

$V_{\text{х}}$ - скорость машины при холостом (обратном) ходе, м/мин;

$T_{\text{о}}$, $T_{\text{п}}$ - время, в течение которого происходит опускание шнекового барабана на забой (или поднятие от забоя) до начала движения (соответственно 0,5 и 0,3 мин);

$T_{\text{пов}}$ - время, затрачиваемое на поворот комбайна для фрезерования в обратном направлении, $T_{\text{пов}} = 6-7$ мин.

В наибольшей степени производительность фрезерного комбайна определяется скоростью его движения при работе, которая зависит от крепости разрабатываемых пород и мощности силовой установки машины.

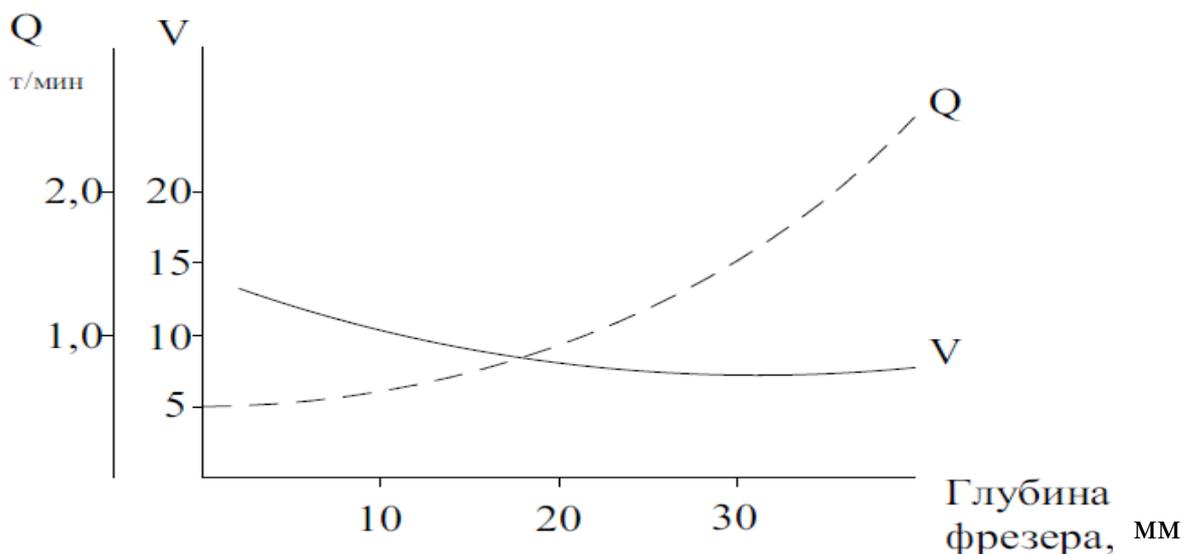


Рис.4.9 Изменение скорости перемещение и производительность комбайна от глубины фрезерование

Мощность силовой установки фрезерного комбайна определяется на основе расчета затрат энергии, требующейся для разрушения горных пород до необходимой стадии дробления рабочим органом комбайна.

Удельные затраты энергии при разрушении пород комбайнами могут быть определены из условия сравнения с удельными затратами энергии при разрушении пород шарашками буровых станков .

Согласно закону Кирпичева-Кика

$$E_{\text{фк}} = E_{\text{б}} / \ln (d_{\text{ср}} / d_{\text{б}}) , \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3 , \quad (4.23)$$

где $d_{\text{б}}$ - размер частицы разрушенной породы при шарошечном бурении скважин, $d_{\text{б}} = 5$ мм ;

$E_{\text{б}}$ - удельная энергоёмкость шарошечного бурения, $\text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$.

Согласно исследованиям И.А.Тангаева величина энергоёмкости бурения горных пород шарошечными станками СБШ-250 является представительной характеристикой прочностных свойств пород.

Справедливо соотношение

$$N_{\text{б}} = N_{\text{р}} + N_{\text{х}} , \quad \text{кВт} , \quad (4.24)$$

где N_6 - общий расход мощности на разрушение породы, потребляемой из сети двигателя вращения, кВт;

N_p - расход мощности, затрачиваемой непосредственно на бурение, кВт;

N_x - мощность холостого хода системы бурового станка, кВт; обычно $N_x = 8-10$ кВт при работе станка СБШ-250МН.

Выражение (4.23) может быть трансформировано к виду

$$E_6 = (E_p / k_k) + (N_x \cdot t_6 / V_{скв}), \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3, \quad (4.25)$$

где E_p - удельное энергопоглощение породы в процессе бурения, кВт · ч / м³;

t_6 - время чистого бурения скважины, ч;

$V_{скв}$ - объем отдельной буровой скважины, м³;

k_k - коэффициент полезного использования энергии в процессе шарошечного бурения, находится на уровне 0,6 %.

Величина E_p рассчитывается по уравнению, предложенному Ю.И. Анистратовым.

$$E_p = 2,78 \cdot 10^{-7} \left(\frac{\sigma_{сж}^2}{2E} \lg \frac{d_{скв}}{d_ч} + g\rho \frac{L_{скв}}{2} \right), \quad \text{кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3, \quad (4.26)$$

где $\sigma_{сж}$ - сопротивление породы одноосному сжатию, Па;

E - модуль упругости, Па;

$\rho_{п}$ - плотность породы, кг / м³;

$d_{скв}$ - диаметр скважины, для бурового станка станка СБШ-250 $d_{скв} = 250$ мм;

$d_ч$ - средний размер шламовых частиц при шарошечном бурении, $d_ч = 0,005$ м;

$L_{скв}$ - длина взрывной скважины на карьере; для карьеров бокситов

$L_{скв} = 12$ м при высоте уступа 10 м;

g - ускорение свободного падения, $g = 9,8$ м / с².

Объем скважины определяется по формуле

$$V_{скв} = 0,25 \cdot \pi \cdot d_{скв} \cdot L_{скв}, \quad \text{м}^3. \quad (4.27)$$

Время чистого бурения отдельной скважины равно

$$t_6 = L_{скв} / v_6, \quad \text{ч}, \quad (4.28)$$

где v_6 - техническая скорость бурения, м / ч.

Величина технической скорости бурения определяется по формуле, предложенной Б.Н. Кутузовым

$$v_6 = 14400(P_o \cdot n_o) / (P_k \cdot D_d), \text{ м / ч}, \quad (4.29)$$

где P_o - осевое усилие на долото при бурении мягких и средней твердости пород, МН;

n_o - частота вращения бурового станка, с^{-1} ;

D_d - диаметр долота, м;

P_k - контактная прочность пород по Л.И. Барону, МПа.

Для бурового станка СБШ-250 принимаются следующие значения параметров: $P_o = 0,22$ МН; $n_o = 3,0$ с^{-1} ; $D_d = 0,244$ м .

Величина P_k может быть установлена расчетным способом из эмпирической зависимости Н. Я. Репина

$$P_k = 1,9 \cdot \sigma_{сж}^{1,5}, \text{ МПа}. \quad (4.30)$$

После подстановки значений показателей, входящих в формулы (4.23) - (4.30), получаем значение удельных затрат залежи "Южная" фрезерными комбайнами, равное $E_{фк} = 4,59$ кВт · ч / м^3 . При определении параметра $E_{фк}$ использованы следующие значения расчетных и исходных данных:

$\sigma_{сж} = 83,2$ МПа ; $E = 9,83 \cdot 10^{10}$ Па ; $\rho_{п} = 2650$ кг / м^3 ; $k = 0,006$; $d_{скв} = 0,25$ м ; $d_ч = d_6 = 0,005$ м ; $N_x = 8$ кВт 25] ; $v_6 = 27,0$ м / ч ; $t_6 = 0,44$ ч ; $V_{скв} = 0,589$ м^3 ; $P_k = 1441,9$ МПа ; $E_p = 0,059$ кВт · ч / м^3 ; $E_6 = 15,61$ кВт · ч / м^3 ; $E_{фк} = 4,59$ кВт · ч / м^3 .

Таким образом расчеты показывают, что удельная энергоемкость фрезерного разрушения залежи "Южная" составляет 4,59 кВт · ч / м^3 . Для разрушения горных пород фрезерным комбайном с удельной энергоемкостью $E_{фк}$ при технической производительности $Q_{кпф}$ потребуется мощность силовой установки, равная

$$N = 1,15 \cdot E_{фк} \cdot Q_{кпф}, \text{ кВт}. \quad (4.31)$$

С учетом выражения (4.21) возможная скорость фрезерного комбайна при работе составит

$$V_{раб} = N / (1,15 \cdot E_{фк} \cdot V_{ф} \cdot h), \text{ м / ч}. \quad (4.32)$$

Для фрезерного комбайна 3500SM, имеющего силовую установку мощностью 895 кВт и ширину рабочего органа $V_{\phi} = 3,5$ м, рабочая скорость составит $V_{\text{раб}} = 242$ м / ч (4,0 м / мин) ; для комбайна 4200SM

$$(N = 1193 \text{ кВт}, V_{\phi} = 4,2 \text{ м}) - V_{\text{раб}} = 269 \text{ м / ч (4,5 м / мин)}.$$

С учетом этих данных эксплуатационная производительность фрезерного комбайна, определенная по выражению (4.22), составит:

- для комбайна 3500SM - $161,7 \text{ м}^3 / \text{ч}$;

- для комбайна 4200SM - $217,3 \text{ м}^3 / \text{ч}$.

Сменная эксплуатационная производительность фрезерного комбайна определяется по выражению

$$Q_{\text{см}} = Q_{\text{ч}} T_{\text{см}} k_1 k_2 k_3, \quad \text{м}^3 / \text{смену}. \quad (4.33)$$

Здесь $T_{\text{см}}$ - продолжительность рабочей смены, ч;

k_1 - коэффициент, учитывающий затраты времени на техническое обслуживание агрегатов машины, $k_1 = 0,83$;

k_2 - коэффициент, учитывающий затраты времени на замену резцов, $k_2 = 0,95$;

k_3 - коэффициент, учитывающий потери времени при замене и установке автосамосвалов под погрузку, $k_3 = 0,7$.

В таблица 4.2 приведена сменная производительность комбайнов при формировании штабелей и непосредственной загрузке автосамосвалов.

При работе фрезерных комбайнов на автотранспорт сменная производительность равна:

таблица 4.2

Тип комбайн	В штабель	В автотранспорт
2500SM	820 м ³ /см	640 м ³ /см
3500SM	1020 м ³ /см	795 м ³ /см
4200SM	1370 м ³ /см	1065 м ³ /см

Годовая эксплуатационная производительность фрезерного комбайна (в целике) может быть рассчитана по формуле

$$Q_{\text{год}} = Q_{\text{см}} \rho_{\text{п}} N_{\text{дн}} N_{\text{см}} k_{\text{и}}, \quad \text{т} / \text{год}, \quad (4.34)$$

где $N_{\text{дн}}$ - количество рабочих дней в году;

$N_{\text{см}}$ - количество смен в течение суток;

$k_{\text{и}}$ - коэффициент использования комбайна во времени в течение года, принимаем $k = 0,75$.

Годовая производительность фрезерных комбайнов в условиях залежи "Южная" при их работе формирования штабеля:

-комбайн 2500SM - 1250 тыс. т ;

- комбайн 3500SM - 1850 тыс. т ;

- комбайн 4200SM - 2490 тыс. т.

Таким образом для обеспечения заданной производительности карьера, достаточно иметь в работе один комбайн - 2500SM.

После отработки одного участка комплекс оборудования будет переведен на другой участок. В целом "Южная" залежь при соответствующей организации работ может быть отработана за 1,5-2,0 годы.

4.8. Технология отработки месторождения фрезерными комбайнами в комплексе с автомобильным транспортом

Как отмечалось, техническая производительность комбайнов послынного фрезерования определяется с учетом обеспечения безопасной и эффективной загрузки автотранспортных средств в процессе своего движения при работе. Совместная эксплуатация фрезерных комбайнов типа SM и транспортных мобильных средств на зарубежных карьерах выявила факт снижения общей эффективности погрузочных работ. Это связано с необходимостью движения автосамосвала при погрузке, что определяет повышенные нагрузки на трансмиссии и двигатели автосамосвалов и вызывает определенные организационные трудности в зоне погрузки горной массы. Поэтому рекомендуется совместную работу фрезерных комбайнов и средств карьерного транспорта с непосредственной загрузкой планировать в ограниченных масштабах.

С учетом этого, в проекте принята схема, при которой разрабатываемые скальные горные породы комбайнами складироваться в штабель вдоль фронта своего движения. Из организованного комбайнами штабеля полезное ископаемое перегружается колесными погрузчиками в автосамосвалы и транспортируется, к приемным устройствам ДОФ.

Использование фрезерных комбайнов в комплексе с погрузчиками и карьерным автотранспортом предопределяет возможность применения как челноковой схемы работы комбайна при отработке бокситов обоих направлениях, так и поточной схемы производства добычных работ.

Поточная схема, характеризуется непрерывным движением комбайна по трассе, имеющей форму перемещающейся петли с витками постоянного размера. При применении этой схемы расстояние между двумя смежными рабочими проходами равно двум радиусам поворота комбайна .

Однако применение поточных схем не позволяет создавать штабель из разрабатываемых горных пород с параметрами, не приводящими к снижению производительности погрузочного оборудования. Так спаренная работа двух фрезерных комбайнов позволяет создавать штабель из разрабатываемых пород высотой

$$H_{шт} = \sqrt{2 \cdot h \cdot V_{\phi} \cdot \operatorname{tg} 35^{\circ}} = \sqrt{2 \cdot 0,2 \cdot 4,2 \cdot \operatorname{tg} 35^{\circ}} = 1,1 \text{ м.} \quad (4.35)$$

Для таких условий предлагается технологическая схема, которая характеризуется следующей организацией работы фрезерного комбайна.

Участок месторождения делится на блоки. Ширина блока принимается равной семи проходам комбайна и определяется максимальным радиусом отсыпки. Работа комбайна осуществляется по одной из возможных схем (челноковая с холостым ходом или с разворотом и обратным рабочим ходом), что определяется конкретными горнотехническими условиями (длиной фронта работ, мощностью слоев полезного ископаемого и т.д.). Добываемое полезное ископаемое или удаляемые пустые породы комбайном отсыпаются в штабель, который организуется следующим образом. Первый проход выполняется в центре блока. При этом разгрузочный конвейер комбайна направлен строго назад, противоположно ходу движения, и отсыпка горной массы ведется сзади на отработанную полосу. При последующих проходах конвейер располагается под различными углами к направлению движения таким образом, чтобы образовывался компактный штабель (навал). По мере необходимости отгрузка полезного ископаемого из штабеля осуществляется колесным погрузчиком. При этом автосамосвал располагается на горизонтальной площадке.

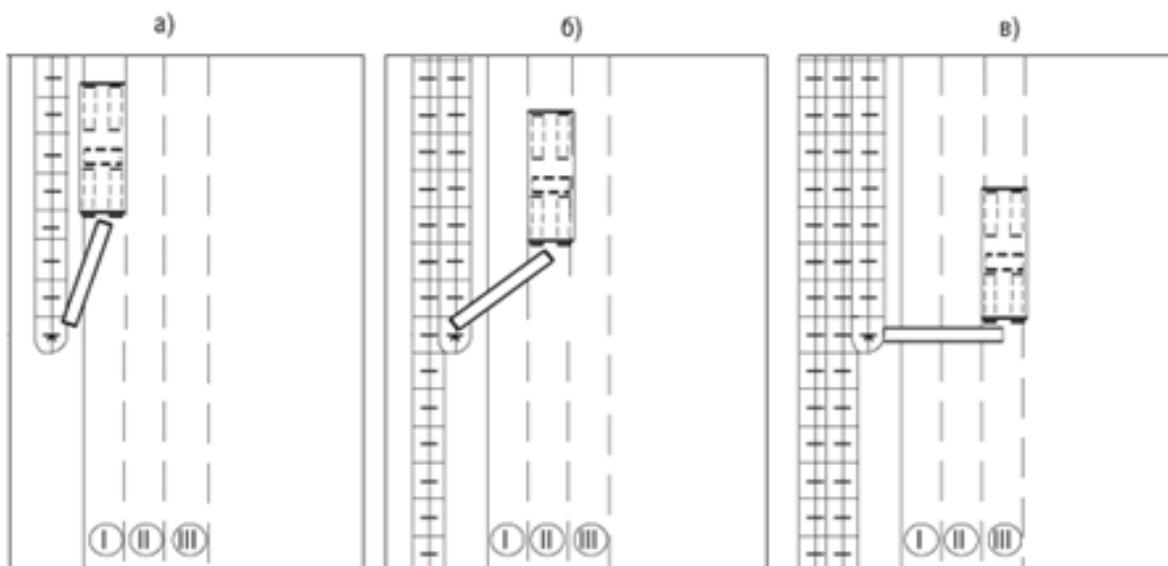


Рис 4.11 а, б, в- положение комбайна при обработке соответственно первой, второй и третьей I, II, III - последовательность рабочих проходов комбайна.

Работа комплекса "фрезерный комбайн - колесный погрузчик - автосамосвал" по такой схеме позволит создавать штабель высотой до 2,1 м, что также недостаточно для организации производительной работы погрузчиков (по данным работа погрузчиков в забоях менее 2,5-3 м приводит к снижению производительности погрузчиков на 10 %).

Скорректировав установленную в разделе 4.2 производительность погрузчиков с учетом ее снижения при работе в низких забоях, определим необходимое их количество для обеспечения заданной производительности комбайна по полезному ископаемому. При использовании комбайна 2500SM и погрузчиков САТ 966Н

$$N_{\text{погр}} = 125000 / (4875900 \cdot 0,9) = 2,2 . \quad (4.36)$$

Таким образом, принимаем для работы на участке три погрузчика САТ 966Н который обеспечат обработки как вскрышных пород, так и погрузку бокситов в автосамосвалы.

Применение комбайна модели 2500 SM позволит обеспечить более рациональное сочетание погрузочных параметров комбайна и автотранспорта, а также получать в забое 85–90% руды фракций, не требующих последующего крупного дробления. Это позволит отказаться от наращивания мощности дробильного комплекса.

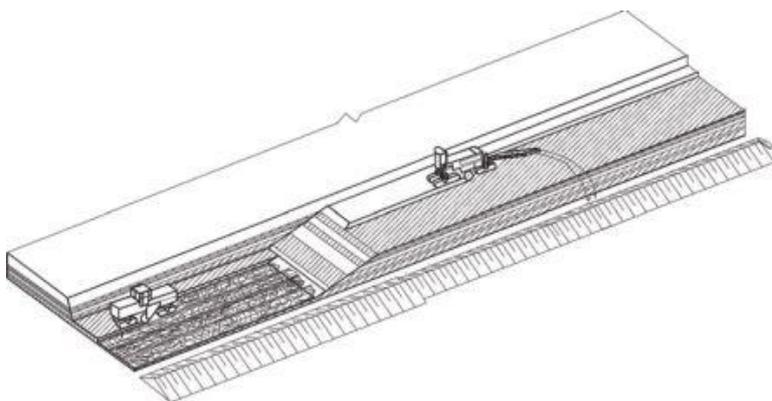


Рис.4.12 Схема организации работ при использовании комбайна 2500 SM на складировании

Техническая характеристика комбайна Wirtgen 2500 SM приведена в таблица 4.2.

таблица 4.2

Wirtgen Surface Miner 2500 SM	
Характеристики	
Фрезерный барабан	
Максимальная ширина фрезерования	2500мм
Глубина фрезерования	0-650мм
Диаметр барабана с резцами	1500мм
Количество резцов	в зависимости от рабочих условий
Двигатель	
Изготовитель двигателя	CUMMINS
Тип	QST 30
Охлаждение	Водяное
Количество цилиндров	12
Номинальное мощности	783 кВт/1,50л.с./1065л.с по стандарту DIN
Расход топлива при полной нагрузке	192л/ч
Эксплуатационный расход топлива	96л/ч
Стандарт токсичности выбросов для США/Канаду	Tier 2
Стандарт токсичности для других стран	Tier 1
Электрическая система	
Подача питания	24v
Заправочные емкости	
Топливный бок	2400 л

Бак гидравлического масла	500 л
Водной бак	2800 л
Ходовые характеристики	
Рабочая скорость	0-25 м/мин
Расход резцов	
В условиях разработки бокситов	5-18шт/1000т

4.9 Вскрытие и рекультивация отработанных участков залежи "Южная"

4.9.1. Общие положения

Практика эксплуатации подобных пологих месторождений показывает, что их строительство имеет свои особенности. Выбор оптимальных способов вскрытия и направлений развития горных работ требуется учета традиционных факторов, таких, как производственная мощность карьеров, вид оборудования, срок существования, системы разработок. При вскрытие участков месторождения зависит от ряда специфических природных бокситов залежи "Южная имется ряд факторов. К основным из них относятся:

- относительно небольшая мощность покрывающих пород;
- практически горизонтальное заложения залежи;
- неравномерное изменение физико-механических свойств горных пород, по площади залежи;
- тип применяемого выемочного оборудования.

Использования фрезерного комбайна определяют горнотехнические особенности вскрытия месторождения. Прежде всего это относится к выбору способа вскрытия, методам подготовки горизонтов и транспорту для перевозки горной массы. В условиях залежи "Южная", ее любого участка целесообразных использовать способ вскрытия общей внутренней траншей, которая будет формироваться по мере отработке каждого слоя.

4.9.2. Вскрытие карьерного поля

При определении места заложения выработок, вскрывающих участки месторождение, учитывались следующие условия и факторы:

- горно-геологические условия залегания полезного ископаемого и рельеф местности;

- возможность вскрытия месторождения при минимальных объемах работ с учетом соблюдения основных требований, предусмотренных нормативными документами;

- отсутствие свободных площадей для размещения отвалов вскрышных пород, создание условий для быстрого получения выработанного пространства, необходимого для размещения вскрышных пород;

- применение поточной технологии добычных работ с использованием фрезерных комбайнов в комплексе с транспортом.

Исходя из перечисленных условий и факторов, вскрытие месторождения характеризуется следующими особенностями.

При отработке массива комбайнами тонкими слоями, мощность которых зависит прочности горной породы, съезд начинают формировать в точки "О". По мере отработки слоя точки "О" перемещается на глубину слоя и т.д по образуемому съезду рабочего органа на расстоянии 2,5 м (рис 4.12).

В результате на момент отработки участка формирует съезд (рис 4.13)

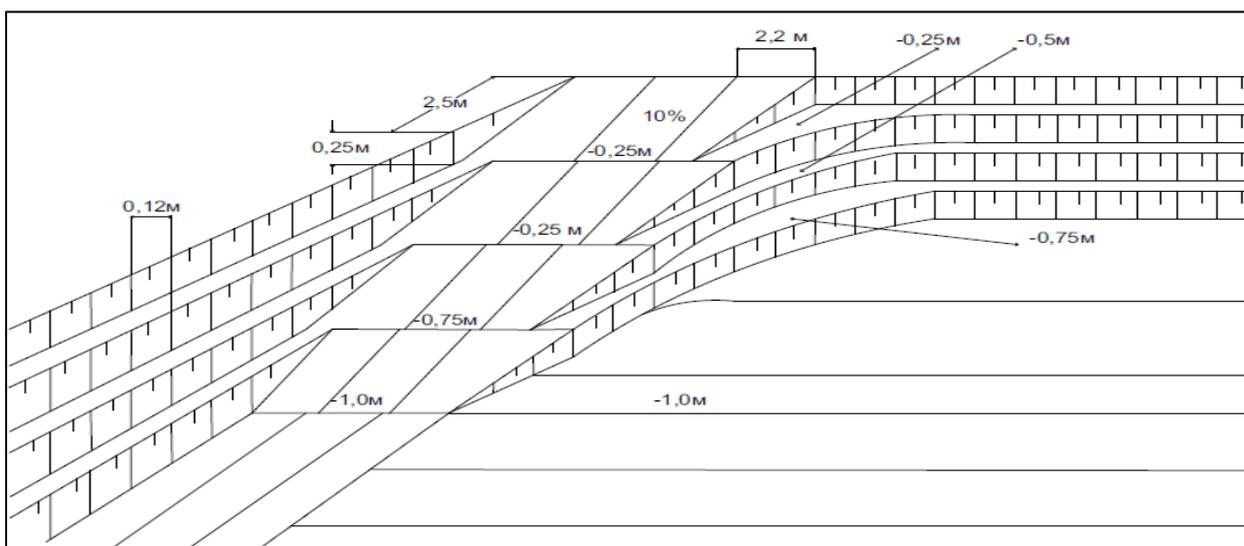


Рис.4.12 Фрагмент отстройки съезда шириной условно в 3 прохода комбайном модели 2500SM.

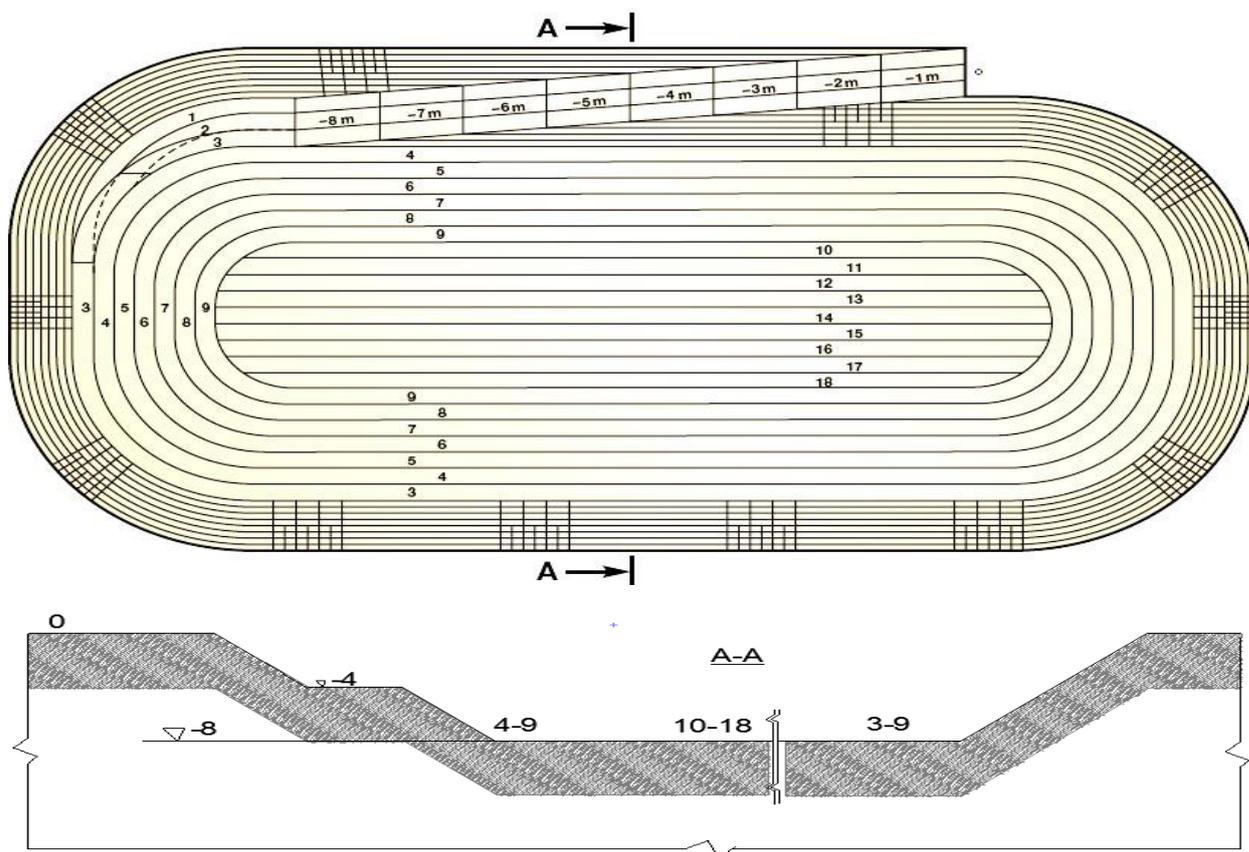


Рис 4.13 Схема развития горных работ при отработке горизонта с одновременной отстройкой съезда.

4.9.3. Параметры открытых горнокапитальных выработок (полутраншей)

Вскрывающая транспортная траншея проводится с использованием комбайна. Обеспечения на выбор параметров траншеи влияет ряд факторов, в том числе такие, как величины производительной и безопасной работы горнотранспортной техники, размеры полосы движения автотранспорта. Протяженность вскрывающей траншеи определяется по выражению

$$L_{\text{тр}} = 1000N \cdot k_{\text{тр}} / i, \quad \text{м}, \quad (37)$$

где N - мощность по высоте рабочей зоны карьера, $N = 8\text{м}$

i - продольный уклон полутраншеи, ‰;

$k_{\text{тр}}$ - коэффициент удлинения трассы, $k_{\text{тр}} = 1,2$.

Предельный продольный уклон вскрывающей траншеи, преодолеваемый автосамосвалами, ограничивается сцеплением ведущих колес с поверхностью дороги. В условиях карьеров ограничивающим фактором являются условия сцепления, поскольку на дорогах карьеров необходимо

обеспечить бесперебойное движение автотранспорта при самых неблагоприятных климатических условиях. Поэтому для постоянных карьерных автодорог (постоянные дороги на поверхности, в траншеях, в пределах петлевых и спиральных съездов) продольные уклоны не должны превышать 70- 90 ‰ в грузовом направлении и 120-150 ‰ в порожнем.

Принимаем предельный уклон равные 70 ‰. С учетом отмеченного, протяженность вскрывающей траншеи составит

$$L_{\text{птр}} = 1000 \cdot 8 \cdot 1,2 / 80 = 120 \text{ м.} \quad (4.38)$$

Принимаем $L_{\text{птр}} = 120 \text{ м.}$

Объем работ по проведению вскрывающей выработки в условиях леводорожного участка состоит из извлеченного полезного ископаемого. В связи с этим в состав горно-строительных объемов относят лишь объемы слоя вскрывных пород.

Разработка косогора сложного рыхлыми породами предполагается осуществлять погрузками с сочетанием с автосамосвалами.

Поэтому на нем проводят полутраншеи (рис.4.14). Высота внутреннего борта полутраншеи в зависимости от ширины угла косогора:

$$h_{\text{п.тр}} = (e_{\text{к}} + b_{\text{н}}) \operatorname{tg} \beta = \frac{(e_{\text{к}} + b_{\text{н}}) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}; \text{ м} \quad (4.39)$$

где $h_{\text{птр}}$ - высота внутреннего борта полутраншеи, м;

$b_{\text{к}}$ - ширина полутраншеи по низу, м;

$b_{\text{н}}$ - проекция откоса внутреннего борта полутраншеи, м;

α - угол наклона внутреннего борта полутраншеи, $\alpha = 60^\circ$;

β - угол наклона косогора, $\beta = 20-30^\circ$ (см. раздел 1).

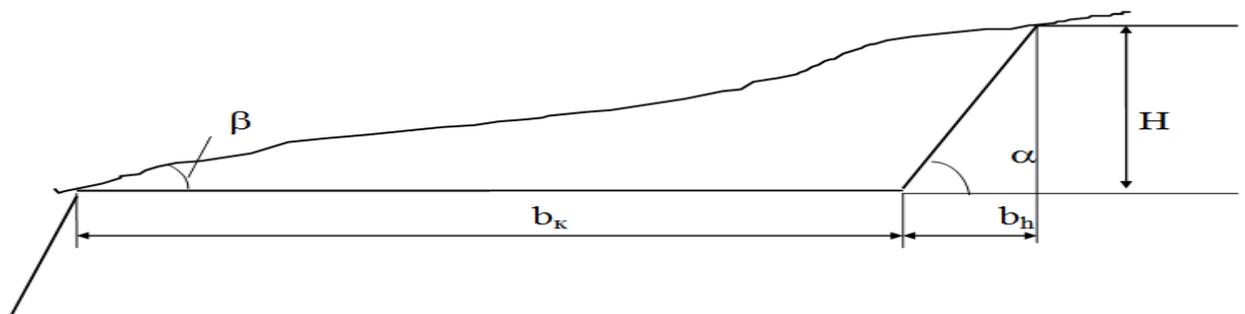


Рис. 4.14- Схема к расчету ширины вскрывающих транспортных полутраншей в зависимости от угла наклона косогора (β)

Ширина полутраншеи по низу определяется конструктивными параметрами автодороги, размещаемой в полутраншеи (рис. 4.15).

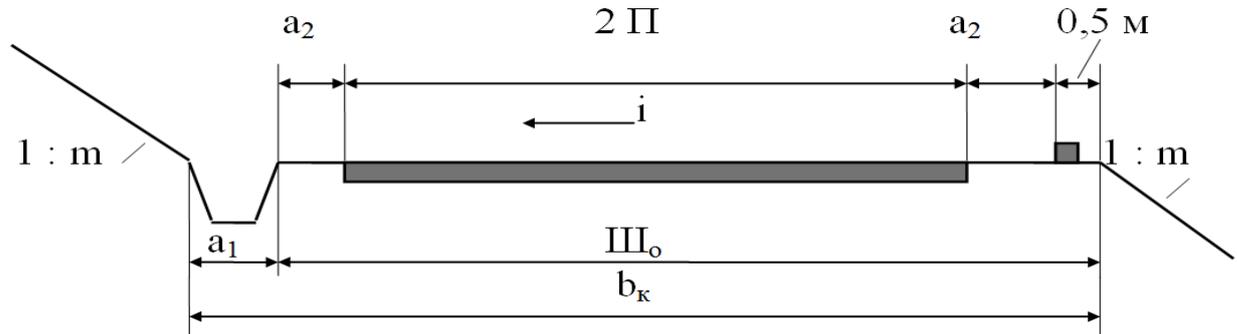


Рис. 4.15 - Типовая транспортная площадка при автомобильном транспорте

При использовании в карьере автосамосвалов грузоподъемностью до 40т принимаются следующие значения конструктивных параметров автодороги: $a_1 = 1,3 \text{ м}$; $a_2 = 1,0 \text{ м}$; $\Pi = 5,25 \text{ м}$.

Таким образом $b_k = 1,3 + 1,0 + 2 \cdot 5,25 + 1,0 + 0,5 = 14,3 \text{ м}$.

Следовательно, высота внутреннего борта полутраншеи равна

$$h_{\text{птр}} = 14,3 \cdot \text{tg}60^\circ \cdot \text{tg}20^\circ / (\text{tg} 60^\circ - \text{tg}20^\circ) = 6,6 \text{ м}.$$

Учитывая параметры полутраншеи общий объем работ по ее проведению составит

$$V_{\text{птр}} = 0,5 \cdot b_k \cdot h_{\text{птр}} \cdot L_{\text{птр}} = 0,5 \cdot 14,3 \cdot 6,6 \cdot = 8,5 \text{ тыс. м}^3. \quad (4.40)$$

Таким образом горностоительные работы составляет около 30 тыс. м^3 .

Выводы:

1. В работе установлено, что прочностные характеристики залежи "Южная" позволяют ее обрабатывать современными фрезерными комбайнами.

2. На основе анализа существующих технологических схем организации работы фрезерных комбайнов рекомендована для залежи "Южная" схема с формированием штабелей и загрузкой в автосамосвалы колесными погрузчиками.

3. На основе закона Кирпичева- Кика и прочностных характеристик бокситов в работе установлена мощность энергетических установок комбайнов типоразмеры Wirtgen которые оказались в 1,4-1,75 больше чем установленная мощность для машин средней мощности и в 1,2 раза для мощных машин.

4. Учитывая большую мощность вскрышных пород на Лево-дорожном участке предложена технология обработки с использованием погрузчиков и автосамосвалов и поочередной работой погрузчика на двух уступах с расположением автосамосвалов на нижней площадке.

5. На основе трудов ученых И.А. Танчаева, Л.И. Барона, И .Я.Репика , Ю.И. Анистратова приведен выбор фрезерного комбайна применение комбайн Wirtgen surface miner при разработке бокситов на залежи "Южная" карьера Дебеле (Республики Гвинея) обеспечивают:

6. Снижение отрицательного воздействия горных работ на окружающую среду за счет отказа от буровзрывных работ;

7. Снижение площадей земельных отводов под промышленное строительство на месторождении Дебеле за счет отказа от строительства дробильного отделения.

8. Автономность работы с быстрым вводом в эксплуатацию без общепринятых для традиционного горного оборудования больших сроков монтажа и наличия определенной инфраструктуры;

9. Получения в процессе работы куска горной массы, не требующего последующего крупного и частично среднего дробления и годного железным дорожным транспортом;

10. Создания для работы автосамосвалов ровной поверхности с заданными поперечными и продольными уклонами;

11. Малооперационности за счет совмещения традиционных операций горного производства (бурение, взрывание, выемочно-погрузочные работы, крупное и среднее дробление);

12. Повышения безопасности и снижения вредного влияния горного производства на окружающую среду;

13. Снижение показателей потерь и разубоживания при добыче и, как следствие, извлечение полезного ископаемого из недр с большим содержанием полезного компонента и меньшим содержанием вредных примесей в добываемой горной массе.

Заключение

В технологическом процессе добычи полезных ископаемых разрушение горных пород является первичной и одной из наиболее важных операций, с учетом роста в нашей стране экологических требований, применяемых к условиям разработки месторождений полезных ископаемых, а также качественных характеристик продукции карьеров, особую роль в развитии горных технологий приобретает изыскание новых и совершенствование существующих способов разрушения горных пород.

На основе анализа геологических материалов залежи "Южная" позволили установить, комплекс решение проблем повышения экономической эффективности и экологической безопасности геотехнологий. Этим требованиям отвечает безвзрывная технология, предусматривающая применение специальных технических средств.

Первоначально с поверхности карьерного поля бульдозеров удалялся слой содержащей зеленые находения растительный слой выявлении и удалены объекты металлических предметом (обсадные трубы, образом металла и др.). Размеры участка принимали равным с учетом небольшого косогора (140 м -150 м) ×(35 м - 55 м) с него пустые породы собирались бульдозером - рыхлителем с штабеля высотой 2...2,5 м и погружались в автосамосвалы колесными погрузчиками и транспортировались в отработанные карьеры. Объем горностроительных работ составляет около 30 тыс.м³.

Поверхности рабочей площадки осложнен неровностями и имеет небольшой (около 2-3° поперечной уклон). Начало работ происходит с наиболее высокой части рабочей площадки примыкающей автомобильной дороги с асфальтируемым покрытием. Зависимости производительности рыхлительного оборудования от глубины рыхлимого слоя и трещиноватости горного массива позволили установить, что максимальная производительность экскаватора при рыхлении достигает 102 м³/ч при разработке сильнотрещиноватых пород.

При методы планирования производительности карьерных автосамосвалов, отличающиеся тем, что автомобиль рассматривается как элемент вероятностной системы "экскаваторно-автомобильный комплекс". Использование установленных закономерностей работы экскаваторно-автомобильных комплексов позволяет уточнить влияние основных факторов и дополнительно учесть количество работающих с экскаватором автомобилей, длину временных автодорог.

Исследование технологии показал что производительность изменяется на участке при применении: бульдозер CAT D10T (350 м³ до 900 м³), экскаватор CAT 385 BL ME с активным ковшом (700 м³ до 1200 м³), и фрезерного комбайна 2500SM (400 м³ до 1200 м³).

В целом преимущества безвзрывных технологий разработки бокситов в залежи "Южная "выражаются в:

1. Уменьшении, примерно в два раза, трудозатрат, вследствие исключения технологических процессов бурения и заряжания скважины, взрывания массива и сопутствующих им вспомогательных работ, связанных с хранением, приготовлением и перевозкой взрывчатого вещества и забоечного материала;
2. Сохранении окружающей среды от сейсмического воздействия взрывов, включая здания, сооружения, массив бортов карьера, транспортные коммуникации. Исключение воздействия взрывов на массив позволяет повысить устойчивость бортов карьера, увеличить углы откосов при их погашении, а, следовательно, уменьшить значения текущих коэффициентов вскрыши, что приводит к существенному снижению затрат на добычу полезного ископаемого и увеличению эффективной глубины отработки месторождения;
3. Исключении загрязнения окружающей среды и простоев карьера из-за загазованности после массовых взрывов;
4. Повышении производительности труда более чем в два раза при применении техники непрерывного действия в виде комбайнов, особенно с конвейерным транспортом;
5. Уменьшении потерь и сохранении качества добываемого сырья по сравнению с воздействием взрывных нагрузок на полезное ископаемое.

Приложения

1. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА

Горные работы в любом случае изменяют природный ландшафт местности, нарушая эстетическое восприятие окружающей природы, уничтожая растительность и почвы и вытесняя диких животных из привычных мест обитания. Поэтому, проблема экорекультивации нарушенных ландшафтов сводится к двум основным направлениям:

- 1) минимизации негативного влияния запроектированного объекта на окружающую среду и компенсации неизбежного ущерба;
- 2) рекультивации нарушенных компонентов природной Среды, придания благоприятного эстетического восприятия местности и, при возможности, максимальном использовании горных выработок для нужд народного хозяйства.

Рекультивации подлежат:

- внутренний отвал - поверхность и бермы;
- выработанное пространство карьера - его бермы и дно.

Общая площадь рекультивированных земель под лесные насаждения составит га.

При разработке запасов на месторождении будет нарушено га земель; нарушенные земли относятся к малопродуктивным угодьям. Нарушенные земли, после отработки запасов, будут представлены глубокой карьерной выемкой глубиной 10 и 15 м с предохранительными бермами шириной 10 м в отработанных блоках, а также внутренним отвалом рыхлых вскрышных пород.

Мощность вскрышных пород на основной части месторождения весьма невелика - от 0 до 2 м; в бортах Лево-дорожного карьера мощность возрастает до 15-20 м, 80 м - на юго-востоке. Средний коэффициент вскрыши в проектном конкурсе карьера составляет $0,017 \text{ м}^3 / \text{т}$.

Агрохимическая характеристика вскрышных пород

Агрохимическая характеристика вскрышных пород на Балаклавской группе месторождений известняков и их классификация по лесопригодности для биологического освоения представлена на выводах исследований Гвинеи №022/PRG/89.

По результатам анализов вскрышных пород в коренном залегании и грунтосмесей отвалов составлена классификация пород по пригодности их

для биологического освоения. По степени засоленности, гранулометрическому составу и обеспеченности подвижными питательными веществами и гумусом все вскрышные породы разделены на группы:

- плодородные - верхний гумусовый горизонт, мощностью 0,2-0,4 м;
- потенциально-плодородные - суглинки темно-бурые, зеленовато-желтые, содержащие каменистую часть до 20%;
- малопригодные - сильнокаменистые суглинки, содержащие до 40% каменистой части;
- непригодные - некондиционные известняки, глины, супеси и пески, каменистая часть которых составляет более 40%.

Естественная растительность участка находится в угнетенном состоянии из-за отсутствия глубокого субстрата для корнеобитаемого слоя.

Поэтому, предусматривается при рекультивации создание корнеобитаемого слоя почвы мощностью не менее 1 м путем использования сухих непромытых отходов ДОФ, относящихся к потенциально плодородным породам. Эти отходы по механическому составу относятся к карбонатным супесям (песка - 44%, глины - 14%), обладают хорошей водопроницаемостью, аэрацией, достаточной влагоемкостью и способностью длительное время удерживать влагу атмосферных осадков. Экспериментальные посадки показали хорошие результаты по созданию древесных и кустарниковых насаждений на поверхностях отвалов и бермах карьеров покрытых отсевами.

Отсевы сильно подвержены эрозионным процессам, поэтому на рекультивируемых поверхностях проектом предусматривается создание лесонасаждений и задернение откосов посевами травосмесей. Технологии создания лесных насаждений разработана Украинским аграрным университетом Таблица 5.1.

Объемы отходов ДОФ, их гранулометрический состав приведены в табл.5.1.

Таблица 5.1 - Объем и характеристика отходов ДОФ

Показатель	Годовой объем, тыс.м ³	Удельная масса, т/м ³	Крупность фракций, %			
			0-1	1-2	2-3(5)	Итого
Выход сухих хвостов	250	1,8	29,6	43,9	26,5	100

Количество отходов, полученных на фабрике за весь период работы, составит 2150 тыс. м³.

Для рекультивации нарушенных земель потребуется 721 тыс. м³ отходов.

Площади рекультивируемых земель

Земли, нарушенные горными работами, при отработке запасов известняка, будут представлены выработанным пространством карьера с внутренним отвалом вскрышных пород. Площади рекультивируемых земель составляют 72,1 га. Мощность укладываемого рекультивационного слоя принята в 1 м.

По классификации ГОСТ №022/PRG/89 нарушенные земли являются глубокой карьерной выемкой. Внутренний отвал в северо-западной его части отсыпается до дневной поверхности (+ 90 м), второй ярус - на отметке + 70 м. Такие нарушенные земли, согласно указанного ГОСТ, рекультивируются под лесные насаждения природоохранного назначения.

Площади земель, подлежащие рекультивации, приведены в табл.5.2.

Таблица 5.2.

Наименование объекта рекультивации	Площадь, га
<i>Внутренний отвал карьера, всего</i>	17,6
в том числе	
горизонтальная площадка	13,8
бермы	1,1
откосы	2,7
<i>Выработанное пространство карьера, всего</i>	54,5
в том числе	
бермы	18,1
дно	36,4
<i>Всего предназначено для рекультивации</i>	72,1

Горнотехническая рекультивация

Количество пустых пород, которые необходимо разместить в отвалах при разработке месторождения составляет 3930 тыс. м³. Кроме того, в отвалы будут складироваться отходы ДОФ, незначительная часть которых используется для рекультивации нарушенных земель.

В первый период вскрытия и эксплуатации месторождения (около 3,5 лет) объем вскрышных пород порядка 130-170 тыс. м³ размещается на площади месторождения в западной его части, в границах земельного отвода. После 3,5 лет эксплуатации месторождения и создания в центральной и восточной его частях горизонтальной площадки на отметки + 160 м, осуществляется вскрытие месторождения в его западной части, где отметки земной поверхности несколько ниже остального участка. Ранее отсыпанные внешние отвалы на этой площади переэкспавируются и перемещаются

автотранспортом и складироваться на отработанной площади с отметкой +160 м. После достижения горными работами на западном участке месторождения проектной глубины и создания достаточного выработанного пространства, за складированные ранее породы текущей вскрыши перемещаются во внутренний отвал в выработанное пространство.

Проектом принята 2-х ярусная отсыпка внутреннего отвала. Высота нижнего яруса 30 м, верхнего - 20 м. Углы откосов отвалов приняты в 30°.

Рекультивационные работы на отработанных нарушенных землях осуществляются вслед за продвижением горных работ. На бермах карьера и бермах и откосах отвала, оставляемых в конечном положении, после отработки каждого последующего слоя, проектом предусмотрена отсыпка потенциально-плодородных пород или сухих отходов ДОФ слоем мощностью не менее 1 м и посадки древесно-кустарниковых пород. Такая технология позволяет избежать повторных планировок берм перед укладкой рекультивационного слоя, нарезки съездов и позволит осуществлять механизированную посадку растительности и уход за ней в первые годы произрастания.

График рекультивации нарушенных земель приведен в табл. 5.3. Рабочий проект биологической рекультивации карьера разработан Крымским филиалом института “Укрземпроект”. Облесение площадей после горнотехнической рекультивации будет способствовать возмещению потерь зеленых насаждений, а также улучшению санитарно-гигиенических условий.

Таблица 5.3 - График рекультивации нарушенных земель

Наименование участков	Площадь, га	Годы рекультивации	
		со 2 по 15	с 16 по 18
<i>Карьер</i>	бермы	18,1	-
	дно	36,4	36,4
<i>Внутренний отвал</i>	плато	13,8	13,8
	бермы	1,1	1,1
	откосы	2,7	2,7
Итого	72,1	18,1	54,0
<i>Среднегодовая площадь рекультивации</i>		1,3	18,0

Исследования по рекультивации залежь "Южная" на карьере дебеле осуществляется формирование ландшафта и создание новых устойчивых экосистем территории горнопромышленного региона, что благоприятно сказывается на разрешении многих вопросов экологического и социального содержания. Качество и эффективность этих работ во многом зависят от того добросовестно выполняются основные требования рекультивируемым территориям и направления их дальнейшего использования.

Цель проводимых работ создание ландшафта с максимальной экологической ценностью при минимальных финансовых затратах. Рекультивация проводится в два этапа: технический и биологический.

На техническом этапе проводится корректировка ландшафта (засыпка рвов, траншей, ям, впадин, провалов грунта, разравнивание и террасирование промышленных терриконов), создаются гидротехнические и мелиоративные сооружения, осуществляется захоронение токсичных отходов, производится нанесение плодородного слоя почвы.

На биологическом этапе проводятся агротехнические работы, целью которых является улучшение свойств почвы.

Основной задачей планировочных работ является создание посттехногенного ландшафта, который должен соответствовать ряду требований :

- инженерно-геологическая безопасность отсутствие процессов, которые могли бы неблагоприятно влиять на существующие или будущие объекты хозяйственной деятельности;
- экологическая приемлемость - отсутствие выделения вредных веществ в атмосферу, гидросферу;
- потребительская ценность - возможность использовать возрожденного ландшафта для удовлетворения потребностей населения;
- эстетическая привлекательность- разнообразие, мозаичность элементов пейзажа, гармоничное его сочетание с природным фоном.

Для проведения технического этапа рекультивации на карьере дебеле используются: бульдозера - рыхлитель, грейдеры, в сочетании автомобильным.

Экологическое состояние техногенных ландшафтов также во многом зависит от качество слагающих пород и рельефа поверхности. В большинстве

Вскрышные и вмещающие породы, вынесенные на дневную поверхность, обладают очень малым потенциалом почвообразования.

Исследование показало на карьере Дебеле, что планирование за рекультивация зависит от сезон дождей (мая до сентября).

1. Планировать рекультивация в месяц мая и июнь;
2. Составление бюджета в месяц июнь;
3. Землеустройство в месяц июль и август;

По программа землеустройство состоит по: рыхление (бульдозер), доставки плодородного слоя почвы (автомобиля), выравнивание земли (грейдеры).

4. Посадки деревьев в месяц июнь и август;

При работа бульдозера рыхлитель на карьере расстояние между дорожками 3м, более 100000 деревьев, и толщина при транспортировка плодородного слоя 15-20 см.

Во время ноября до апреля укрепили береги, чтобы во время летом иссяк не получилось, за этого во время дождя выполнили водоем 10м.

Таблица.5.4: пример рекультивация на карьере Дебеле

Год	Площадь(га)	Стоимость (\$)
2002	10,82	2738
2003	40,23	6175
2004	89,63	2588
2005	243,34	3771
2006	250	-

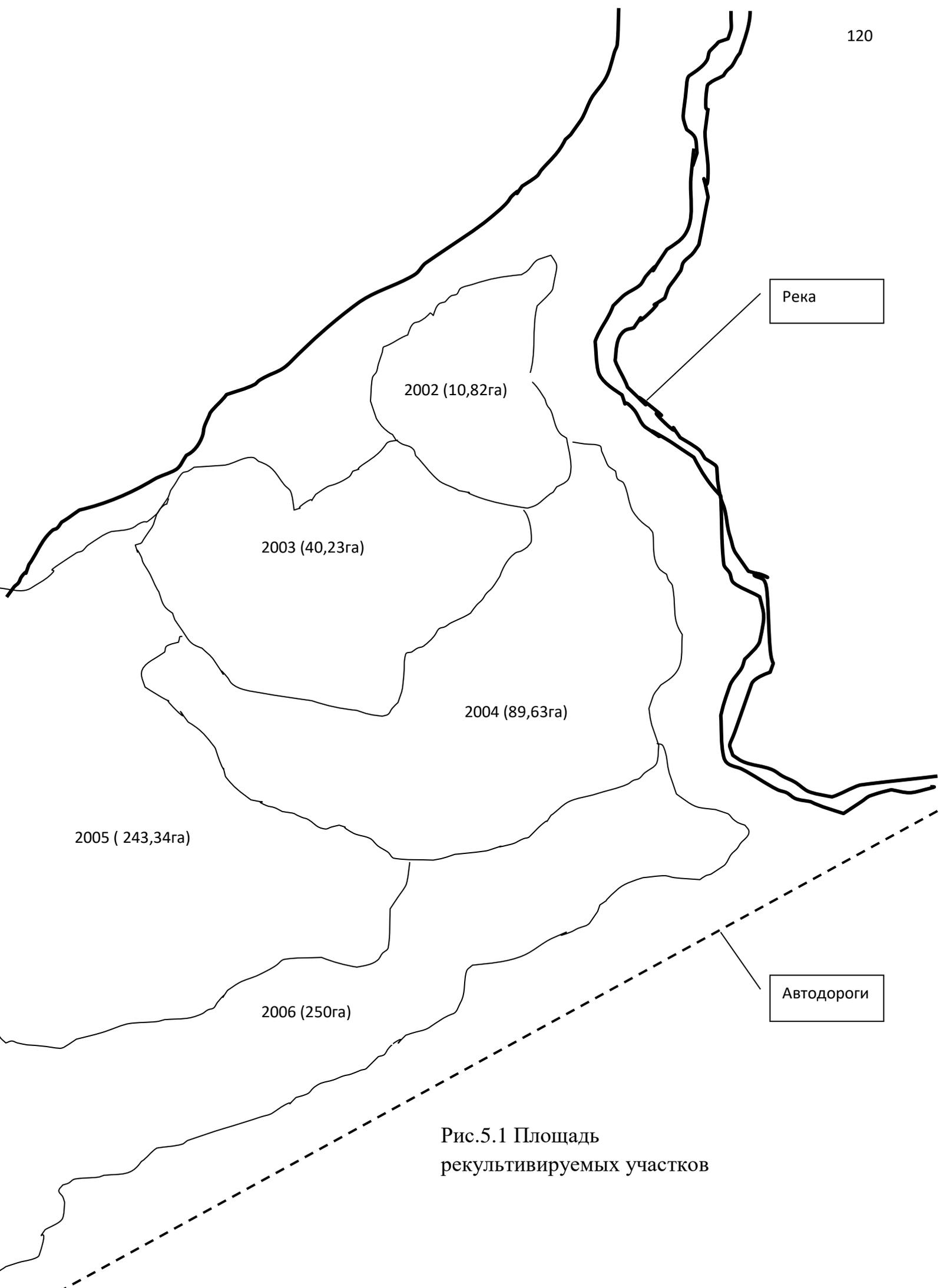


Рис.5.1 Площадь рекультивируемых участков



Рис.5.2 Три месяца после рекультивации



Рис.5.3. Карьеры дебеле до и после рекультивации

Через год после технического этапа рекультивации проводится биологический этап. Целью биологической рекультивации является создание растительного покрова на рекультивируемых землях, восстановление плодородия грунтов, создание благоприятных условий среды, возвращение по различным направлениям:

- лесохозяйственное- на горизонтальных поверхностях внешних и внутренних карьера;
- санитарно-гигиеническое- откосы внутренних карьера, обращение в сторону остаточной выработки.

Период проведения биологического этапа рекультивации по лесохозяйственному направлению составляет пять лет. Видовой состав трав очень разнообразен. На естественных угодьях преобладают злаковые травы: овсяница луговая, ежа сборная, мятлик луговой, пырей ползучий.

При создании противоэрозионных участках используются наиболее перспективные виды растений, эколого-биологические свойства которых соответствуют почвенно-климатическим условиям местности, а именно, травосмеси должны обладать стойкостью к биологическому старению даже в позднем возрасте; требовать минимального ухода, проявлять устойчивость к

болезням и вредителям, иметь способность самообновляться без помощи или с минимальным участием человека.

Все полевые работы в первый год биологического этапа рекультивации (внесение удобрений, подготовка грунтов к посеву, посев смеси многолетних трав, посадка древесных насаждений) проводятся в период с третьей декады апреля по третью декаду мая.

Леса являются одним из важнейших факторов, оптимизирующих экологическую обстановку. Средообразующая функция растительности прямо пропорциональна биологической продуктивности, массе живого вещества. Для получения лесных насаждений на спланированных поверхностях и автодороги предусматривается посадка одно- трехлетних саженцев сосны обыкновенной, лиственницы, а также облепихи и лоха серебристого.

Посадка деревьев производится после внесения удобрения на глубину 35-40 см.

Результаты проведенных исследований показали, что процесс самозарастания техногенных площадей идет достаточно медленно, может длиться десятками лет, а процесс образования плодородного слоя почвы - сотнями. Создание базисных зон позволит увеличить темпы по восстановлению нарушенных земель в регионах с интенсивной добычей ископаемых.

Внедрение разработанных технологий - комплекс мероприятий по сохранению и формированию ландшафтной системы, является принципиально новым подходом к проведению биологической рекультивации.

Для реализации этого подхода мы предполагаем использовать следующие методы:

- мониторинг степени техногенного воздействия на территорию;
- мониторинг нулевой емкости техногенного ландшафта;
- мониторинг и прогнозирование процессов самозарастания техногенных территорий;
- мониторинг и прогнозирование изменений техногенных ландшафтов при влиянии на них базисных зон;
- мониторинг количественных и качественных характеристик системы базисных зон;
- моделирование оптимально упругой системы базисных зон;
- оценка новизны этих методов и подходов.

В настоящее время имеются достаточно противоречивые данные о количестве и степени нарушения природных экосистем. Даже те территории,

которые в настоящее время считаются рекультивированными, т. е. восстановленными, не могут быть отнесены к начальным экосистемам.

В связи с этим задача мониторинга степени техногенности экосистем на области Дебеле является первоочередной.

Процессы самозарастания различных экосистем различны и зависят от множества факторов, поэтому должно быть изучено самозарастание всех экосистем в районе промышленного освоения территорий.

Далее мы отталкиваемся от понятия нулевой емкости техногенной территории и определяем базисную зону, ее вид, площадь и другие характеристики

Далее должны быть определены количественные и качественные характеристики базисной зоны для каждой начальной экосистемы, с целью оптимизации процесса ее восстановления.

Таким образом, проблема восстановления нарушенных территорий будет решаться принципиально в другом ключе.

При реализации поставленных проблемы будет раскрыт и описан механизм взаимодействия базисных зон и техногенных территорий; найден принцип управления этим механизмом с целью управления процессами формирования заданных экосистем; найдены методы, направляющие механизм взаимодействия в сторону увеличения эластичности заданных экосистем, позволяющей при высокой нагрузке на экологическую систему техногенной территории базисным зонам ускоренно вращаться, адаптироваться и расширять свои границы в пределах отработанных техногенных зон.

2. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общие правила безопасности при ведении работ на горных предприятиях

Предприятия (организации) по добыче полезных ископаемых независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности должны осуществлять свою деятельность в соответствии с требованиями законов в области промышленной безопасности.

Правила безопасности являются основополагающим документом по промышленной безопасности и охране труда, в соответствии с которыми разрабатываются другие нормативные документы по безопасности работ и охране труда на горных предприятиях.

Правила безопасности распространяются на все предприятия и организации, осуществляющие деятельность на горных разработках независимо от

организационно-правовых форм и форм собственности, а также на индивидуальных предпринимателей и физических лиц, осуществляющих проектирование, строительство и эксплуатацию горного предприятия, разработку, изготовление, ремонт и использование машин, оборудования, приборов и материалов, работников научно-исследовательских и проектных организаций, контролирующие органы, военизированные горноспасательные части (ВГСЧ), а также лиц, чья работа или учеба связана с посещением горного предприятия.

Первый руководитель предприятия (владелец), эксплуатирующий его, обязан обеспечить безопасные и здоровые условия труда на предприятии независимо от того, предусмотрено ли все необходимое Правилами безопасности.

Обязанности и права работников по безопасному ведению работ и охране труда определяются правилами безопасности, правилами внутреннего трудового распорядка, трудовыми соглашениями (контрактами), коллективными договорами, технической документацией, должностными инструкциями, а также инструкциями, устанавливающими правила выполнения работ. Такие инструкции утверждаются руководителем (главным инженером) предприятия.

На предприятии должны функционировать разработанные и утверждённые его директором (владельцем) Положение о производственном контроле над соблюдением требований промышленной безопасности, управлением охраной труда, а также нарядная система.

Предприятия (организации), ведущие горные работы в соответствии с законодательством о промышленной безопасности, должны представлять декларацию промышленной безопасности и страховать ответственность за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде в случае аварии на опасном производственном объекте. Декларация промышленной безопасности должна проходить экспертизу промышленной безопасности.

Горное предприятие должно иметь:

а) утвержденную в установленном порядке проектно-сметную, геолого-маркшейдерскую, производственно-техническую и учетно-контрольную документацию, а также ситуационный план поверхности с указанием всех объектов и сооружений в пределах горного отвода предприятия, в особенности объектов, которые могут представлять опасность для ведения горных работ, а также объектов третьих лиц.

Для всех видов документации определяются единые для отрасли сроки хранения с обязательным указанием их на титульных листах;

- б) лицензии (разрешения) на эксплуатацию горных производств и объектов и на другие виды деятельности, выданные в установленном порядке;
- в) для разработки месторождений независимо от годовой добычи и запасов полезного ископаемого предприятие обязано иметь лицензию на право пользования недрами, а также горный отвод, зарегистрированный в уполномоченных государственных органах;
- г) нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ на горном предприятии.

На предприятии должен быть план ликвидации аварий на случаи угрозы возникновения производственных аварий, катастроф и стихийных бедствий, а также план мероприятий на период объявления режима повышенной готовности к чрезвычайной ситуации. При остановке работ на предприятии запрещается нахождение на его территории лиц, не связанных с обеспечением его жизнедеятельности или ликвидации аварии.

На каждом предприятии должна действовать система охраны, исключающая доступ посторонних лиц на объекты жизнеобеспечения предприятия, горные выработки, в служебные здания и сооружения. Запрещается без письменного разрешения руководства (кроме аварийных случаев) остановка объектов жизнеобеспечения (электроподстанции, водоотливы, калориферные установки, котельные и др.)

На предприятии должны использоваться горные машины, механизмы, оборудование, изделия, материалы, допущенные к эксплуатации уполномоченными государственными органами.

Эксплуатация и обслуживание машин, горная оборудования, приборов и аппаратуры, а также их монтаж, демонтаж осуществляются в соответствии с руководством по эксплуатации и другими эксплуатационными документами заводов-изготовителей.

В паспортах, инструкциях и других эксплуатационных документах на выпускаемое горное оборудование должны указываться данные о воспроизводимых им вредных производственных факторах и возможных опасностях при работе.

Нормируемые параметры вредностей должны выдерживаться на протяжении всего периода эксплуатации оборудования, до и после капитального ремонта. Движущиеся части оборудования, если они представляют собой источник опасности, должны быть ограждены, за исключением частей, ограждение которых невозможно из-за их функционального назначения.

Работники предприятия должны иметь профессиональную подготовку, подтвержденную документом, проходить специальное обучение и аттестацию.

К техническому руководству работами на предприятии допускаются работники, имеющие высшее или среднее горнотехническое образование.

Все рабочие и инженерно-технические работники поступающие на горное предприятие (организацию), подлежат предварительному медицинскому освидетельствованию, а работающие непосредственно на горных работах – периодическому освидетельствованию на предмет их профессиональной пригодности.

При уклонении работника от медицинского осмотра или невыполнении им рекомендаций по результатам проведенного медицинского обследования директор обязан не допускать работника к выполнению им трудовых обязанностей.

Работники, от работы которых зависит безопасность труда групп людей (горные диспетчеры, мастера-взрывники, электрослесари, машинисты электровозов и т.д.), должны пройти профессиональный отбор при поступлении на работу и проходить периодические проверки на профпригодность в период трудовой деятельности.

Организации, осуществляющие деятельность по разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом, обязаны заключать договора на обслуживание со специализированными профессиональными аварийно-спасательными формированиями (военизированными горноспасательными частями), создавать собственные горноспасательные формирования, вспомогательные (нештатные) горноспасательные команды из числа работников, а также планировать и осуществлять мероприятия по локализации, ликвидации последствий аварий.

На каждом предприятии должны быть инструкции по охране труда и безопасным методам ведения работ по профессиям и видам работ, утвержденные главным инженером (техническим руководителем) предприятия (организации). Инструкции должны храниться на каждом производственном участке в доступном месте. Работник горного предприятия обязан:

- а) знать сигналы аварийного оповещения, правила поведения при авариях, места расположения средств самоспасения и уметь пользоваться ими;
- б) уметь пользоваться средствами коллективной и индивидуальной защиты;
- в) знать и выполнять требования технических документов, нормативных актов и инструкций по безопасности и охране труда, касающихся его профессии;
- г) соблюдать требования по промышленной безопасности и охране труда, предусмотренные трудовым (коллективным) договором (соглашением),

- правилами внутреннего трудового распорядка предприятия, Правилами безопасности;
- д) знать инструкции (руководства) по эксплуатации машин, оборудования и устройств по своей профессии (должности);
 - е) регулярно проходить медосмотр, обучение, инструктажи и проверку знаний правил, норм и инструкций по безопасности труда;
 - ж) принимать меры по устранению опасных производственных ситуаций;
 - з) при необходимости оказывать помощь пострадавшим при несчастных случаях;
 - и) сообщать об опасностях непосредственному руководителю работ или горному диспетчеру.

Влияние добычи полезных ископаемых на окружающую среду

Степень негативного воздействия горного производства на природную среду зависит от многих причин, среди которых следует выделить: технологические, обусловленные комплексом приемов и способов воздействия; экономические, зависящие от экономических возможностей региона в целом и предприятия в частности; экологические, связанные с особенностями экосистем, испытывающих это воздействие. Все эти причины тесно связаны друг с другом, и чрезмерное воздействие одной из них можно компенсировать другой. Например, в горнодобывающем регионе, имеющем солидные отчисления в бюджет, можно компенсировать интенсивность воздействия на среду вложением дополнительных средств как в модернизацию производства, так и проведение мероприятий по улучшению состояния природной среды.

С точки зрения влияния добычи природных ископаемых на ландшафт следует выделить месторождения твердых, жидких и газообразных природных ресурсов, так как последствия разработки каждой из выделенных категорий месторождений различны. Например, основным последствием разработки месторождения твердых полезных ископаемых открытым способом является нарушение рельефа из-за формирования отвалов и разного рода выемок на поверхности земли.

При добыче полезных ископаемых велик риск возникновения техногенных аварий. К техногенным авариям относятся аварии, связанные с бурением скважин, – фонтаны, грифоны и т.д., взрывы и прорывы на технологических трубопроводах, пожары и взрывы на нефтеперерабатывающих заводах, падение вышки талевого блока, прихваты и сломы инструмента скважины, пожары на буровой и т.д.;

Любой способ добычи полезных ископаемых значительно влияет на природную среду. Особое влияние испытывает верхняя часть литосферы. При любом способе добычи происходит значительная выемка пород и их перемещение. Первичный рельеф заменяется техногенным.

Открытый способ добычи полезных ископаемых имеет свою специфику. Значительные разрушения земной поверхности и существующая технология добычи полезных ископаемых приводят к тому, что карьер, дробильно-обогащительные комплексы, комплексы по производству окатышей и другие промышленные объекты горно-обогащительного комбината в той или иной степени являются источниками разрушения и загрязнения окружающей среды.

При карьерных разработках (открытым способом) под влиянием мощных насосов, осуществляющих водоотлив из выработок, экскаваторов, большегрузных автомобилей меняются верхняя часть литосферы и рельеф местности. Риск возникновения опасных процессов также связан с активизацией различных физических, химических, геологических и географических процессов: усиление процессов эрозии почв и образование оврагов; активизация процессов выветривания, окисление рудных минералов и их выщелачивание, усиливаются геохимические процессы; происходят просадка грунтов, оседание земной поверхности над отработанными шахтными полями; в местах горных разработок происходит загрязнение почв тяжелыми металлами и различными химическими соединениями.

Таким образом, необходимо отметить, что интенсивное развитие промышленного комплекса должно осуществляться наряду с экологизацией производства.

Прогноз опасных и вредных факторов

В условиях проектируемого карьера в соответствии с ГОСТ №022/PRG/89 могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы:

- движущие машины и механизмы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенная и пониженная температура поверхностей оборудования;
- повышенная и пониженная температура рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенное значение напряжения электрической цепи, замыкание которой может вызвать поражение человека;
- обрушающиеся горные породы.

Наряду с физическими опасными и вредными производственными факторами могут иметь место также химические и психологические опасные и вредные производственные факторы.

Характеристика условий труда в карьере

Условия труда в карьере характеризуются запыленностью рабочих мест, наличием движущихся машин и механизмов, испытывать влияние изменения погодных условий.

Для создания нормальных условий на рабочих местах в кабинах горнотранспортного оборудования установлены системы кондиционирования воздуха с одновременной очисткой его от пыли.

При движении технологического автотранспорта по карьерным дорогам вредному влиянию пыли подвергнутся не только водители автосамосвалов и других машин, но и все работающие в карьере рабочие. Для этого орошение карьерных автодорог должно производиться поливочными машинами.

Выхлопные патрубки фрезерных комбайнов, погрузчиков, карьерных автосамосвалов заведены вверх и оборудованы жидкостными газоочистителями.

Для борьбы с вибрацией на горном оборудовании устанавливаются виброизоляционные кресла, а для борьбы с шумом покрывают кабины горнотранспортного оборудования звукоизоляционным покрытием.

Во избежание травматизма и несчастных случаев запрещается:

- при работе фрезерных комбайнов и погрузчиков пребывание людей в зоне их работы;
- допуск к управлению горным и транспортным оборудованием лиц, не прошедших специального обучения.

Передвижение людей разрешается только по автодорогам, в установленных местах, обозначенных указателями. Для пешеходного сообщения между уступами устанавливаются лестницы с двух-сторонними поручнями. В темное время суток пешеходные дорожки, лестницы и переходы через автодороги должны быть освещены.

Для обогрева рабочих в холодное время и укрытия во время дождей устанавливаются передвижные теплушки обогрева, которые находятся на расстоянии не более 200 м рабочих мест.

Все рабочие на карьере обеспечиваются питьевой водой в достаточном количестве и горячими обедами

Меры борьбы с вредными газами и пылью

Основным источником запыления атмосферного воздуха в условиях карьера являются:

- разработка и погрузка горной массы фрезерными комбайнами на конвейерный транспорт, погрузка горной массы колесным погрузчиком в автосамосвалы;
- транспортировка горной массы.

Для борьбы с вредными газами на карьере применяются жидкостные нейтрализаторы, принцип действия которых заключается в следующем.

Отработанные газы пропускают через водный раствор сульфата натрия Na_2SO_3 или двууглекислой соды NaHCO_3 . Часть веществ находящихся в газах в твердом состоянии, механически задерживаются и выпадают в осадок. Другая часть газообразных продуктов связывается химически.

При применении жидкостных нейтрализаторов улавливается до 50% оксидов азота, 98% альдегидов и 100% сернистого газа.

В кабинах технологического оборудования, применяемого на карьере, устанавливаются кондиционеры КТА-2-0,8Г-01 с фреоновым хладагентом. Наличие специальных фильтров обеспечивает нормативные показатели запыленности воздуха в кабине. Кондиционер так же используется для поддержания нормальной температуры воздуха в летнее и зимнее время. Включение и выключение вентилятора кондиционера и компрессора производится автоматически в зависимости от температуры внутри кабины.

В соответствии с действующими нормами на проектирование в проекте предусматриваются следующие мероприятия:

- планировочные мероприятия, обеспечивающие уменьшение влияния вредных выбросов на территории промплощадки;
- максимальное укрытие и герметизация пылящего оборудования и транспортных механизмов;
- блокировка технологического и аспирационного оборудования;
- очистка вентиляционных выбросов от вредных выбросов в высокоэффективных пылегазоочистных аппаратах типа СИОТ-М с коэффициентом полезного действия очистки 92-95% ;
- рассеивание вредных веществ в атмосферу, образующихся при сгорании топлива в котельной, дымовой трубой достаточной высоты;
- увлажнение пылящего материала в местах перепадов методом гидрообеспылевания и орошение водой складированных материалов и готовой продукции, мокрая уборка помещений и технологического оборудования, гидроуборка просыпей из-под транспортных механизмов.

При погрузочных работах для пылеподавления применяется орошение горной массы, для чего используются поливочные машины ПМ-130П. Расход воды на орошение принят 70000 л/сутки. Периодичность орошения 1-2 раза в сутки.

С целью снижения вредных выбросов в атмосферу при транспортировании горной массы в проекте принят вариант технологической схемы горных работ, предусматривающей замену большегрузного автотранспорта на конвейерный транспорт.

Для уменьшения масштабов вторичного пылеобразования в проекте предусматривается устройство твердых покрытий на автодорогах и площадках, озеленение площадок, орошение автодорог.

Предупреждение шумового и вибрационного воздействия

Источниками шумового и вибрационного воздействия являются фрезерные комбайны, ленточные конвейеры, конусные дробилки и вибрационные грохота.

Для снижения шума, излучаемого тонкостенными металлическими конструкциями, а также снижение вибраций, распространяющихся по таким конструкциям, осуществляется футировка резиной и другими звукоизолирующими материалами.

К звукоизолирующим устройствам на карьере и дробильно-обоганительной фабрики относятся звукоизолирующие кабины для людей и кожухи закрывающие наиболее шумное оборудование.

Основным источником вибрации строительных конструкций являются динамические нагрузки. Вибрации от них распространяется по строительным конструкциям. Защита от вибрации в таких случаях осуществляется виброизоляцией (например, амортизаторы конусной дробилки).

Мероприятия по пожарной безопасности

Пожарная безопасность на предприятии обеспечивается в соответствии с ГОСТ №022/PRG/89:

- системой предупреждения пожара;
- системой притивопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

Опасными факторами пожара, воздействующими на людей, являются:

- открытый огонь и искры;
- повышенная температура окружающей среды, предметов и т.д.;

- токсичные продукты горения;
- дым;
- пониженная концентрация кислорода;
- падающие части строительных конструкций, агрегатов, установок и т.п.

Система противопожарной защиты на предприятии включает в себя:

- применение средств пожаротушения и соответствующих видов пожарной техники;
- сооружение противопожарного водопровода;
- ограничения распространения пожара за пределы очага;
- организацию своевременной защиты и эвакуации людей;
- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;
- обеспечение своевременного оповещения людей и сигнализации о пожаре.

На карьере, в помещениях складов, бункерах, галереях ленточных конвейеров и других производственных помещениях, на экскавационных и горнотранспортных машинах должны находиться исправные и заряженные огнетушители, а также ящики с песком и другие средства тушения пожаров.

Первичные средства пожаротушения в производственных помещениях размещаются на специальных пожарных щитах с набором: огнетушителей, ящиков с песком, или другим негорючим сыпучим материалом (флюс, сода, ломов, асбестовых полотен, багров, ведер, топоров).

Пожарные щиты устанавливаются на видных местах по возможности ближе к выходам из помещений из расчета один на площади до 5 тыс. м².

Местонахождение и число средств тушения устанавливается главным инженером карьера по согласованию с органами пожарного надзора.

Для тушения возникшего пожара на карьере используются передвижные пожарные машины типа ПНС-100 и их оборудование.

Противопожарный инвентарь запрещено использовать для технических и хозяйственных нужд .

При работе горный транспорт оборудования необходимо соблюдать мере безопасности

Техника безопасности

Общие требования безопасности

1. К работе в карьерах допускается персонал не моложе 18 лет, прошедший обучение, дополнительный инструктаж, медицинскую комиссию.
2. Персонал, направляемый для работ в карьере, обязан выполнять все распоряжения начальника (мастера) карьера, который несет персональную

ответственность за охрану труда для всех рабочих, прибывших для работ в карьере.

3. Работа в карьере считается опасной, поэтому персонал, направляемый для работ в карьерах должен получить дополнительный инструктаж у своего руководителя.

4. Спуск и подъем экскаватора при угле наклона пути движения больше установленного паспортными данными необходимо осуществлять с применением тягачей в присутствии механика или мастера.

5. Перемещение экскаватора. Кроме пневматического по искусственным сооружениям допускаются лишь после получения разрешения соответствующих организаций.

6. Передвижение экскаватора во время гололедицы допускается в том случае, если будут приняты меры против скольжения его гусениц.

При применения экскаватора

1. К самостоятельной работе машинистом экскаватора, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж, первичный инструктаж, обучение и стажировку на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда и получившие удостоверение на право управления экскаватором данного типа и соответствующую квалификацию согласно тарифно-квалификационного справочника.

2. Настоящая инструкция устанавливает основные требования по охране труда для машиниста одноковшового экскаватора (далее - машинист) при производстве земляных работ.

3. Машинист должен:

-знать правила оказания первой помощи пострадавшим при несчастных случаях;

-проходить периодические медицинские осмотры в установленном порядке;

-проходить повторный инструктаж не реже одного раза в 3 месяца и проверку знаний по безопасности труда - один раз в год;

-работать только на закрепленном за ним экскаваторе;

-соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, действующие в Обществе, технологическую дисциплину и требования охраны труда.

4. При производстве работ на машиниста возможны воздействия следующих опасных и вредных производственных факторов:

-движущиеся машины и механизмы, их рабочие органы и части;

-обрушивающиеся грунты и горные породы;

-разрушающиеся конструкции машин;

- повышенная загазованность и запыленность воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- физические и нервно-психические перегрузки.

5. Машинист должен быть обеспечен спецодеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты и Коллективным договором.

6. Машинист при ремонтных и других работах вне кабины экскаватора должен работать в каске. Работа без каски допускается только в кабине экскаватора.

7. Машинист должен выполнять следующие требования пожарной безопасности:

- не курить и не пользоваться открытым огнем во время заправки экскаватора горюче-смазочными материалами, после заправки насухо обтереть бак с горючим;
- не эксплуатировать экскаватор при наличии течи в топливных и масляных системах;
- не использовать открытый огонь и паяльные лампы для разогревания агрегатов и узлов экскаватора в холодное время года;
- не разводить костры вблизи экскаватора;
- не хранить в кабине взрывоопасные вещества, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости;
- обтирочные и смазочные материалы и промасленную ветошь хранить в плотно закрывающихся металлических ящиках.

8. Машинист должен уметь пользоваться средствами пожаротушения, находящимися на экскаваторе, а также содержимым аптечки первой помощи.

9. Машинист, находящийся вблизи места происшествия несчастного случая, должен оказать первую медицинскую помощь пострадавшему и сообщить об этом руководителю работ и, при необходимости, доставить пострадавшего в медицинское учреждение.

10. Машинист должен соблюдать правила личной гигиены, принимать пищу следует только в специально отведенных для этого местах. Перед приемом пищи тщательно мыть руки теплой водой с мылом.

11. В случаях травмирования или недомогания необходимо прекратить работу, известить об этом руководителя работ и обратиться в медицинское учреждение.

12. За невыполнение данной инструкции виновные привлекаются к ответственности согласно законодательства Российской Федерации.

При применения бульдозера

1. прошедшие соответствующую подготовку, имеющие профессиональные навыки машиниста, перед допуском к самостоятельной работе должны пройти:

— обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) медицинские осмотры (обследования) для признания годными к выполнению работ в порядке;

— обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочем месте и проверку знаний требований охраны труда.

2. Машинисты обязаны соблюдать требования безопасности труда для обеспечения защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы:

— шум;

— вибрация;

— повышенное содержание в воздухе рабочей зоны пыли и вредных веществ;

— движущиеся машины, механизмы и их части;

— обрушающиеся горные породы.

3. Для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий машинисты обязаны использовать предоставляемые работодателями бесплатно:

— комбинезоны хлопчатобумажные или костюмы из смешанных тканей;

— сапоги резиновые или ботинки кожаные;

— рукавицы комбинированные или перчатки с полимерным покрытием;

— наушники противочумные (с креплением на каску) или вкладыши противочумные;

— жилеты сигнальные 2-го класса защиты.

При нахождении на территории стройплощадки машинисты должны носить защитные каски.

4. Находясь на территории строительной (производственной) площадки, в производственных и бытовых помещениях, участках работ и рабочих местах,

машинисты обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации. Допуск посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии на указанные места запрещается.

5. В процессе повседневной деятельности машинисты должны:

- применять в процессе работы машины по назначению, в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей;
- выполнять только ту работу, которая поручена руководителем работ;
- поддерживать машину в технически исправном состоянии, не допуская работу с неисправностями, при которых эксплуатация запрещена;
- быть внимательными во время работы и не допускать нарушений требований безопасности труда.

1.6. Машинисты обязаны немедленно извещать своего непосредственного или вышестоящего руководителя о любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае, происшедшем на производстве, или об ухудшении состояния своего здоровья, в том числе о появлении острого профессионального заболевания (отравления).

При применения автосамосвала

1. К управлению и обслуживанию автосамосвала, признанные годными к данной работе медицинской комиссией, имеющие специальную подготовку и получившие в установленном порядке удостоверение на право управления автомобилем. Водитель должен пройти инструктажи по безопасности труда.
2. При оформлении водителя на работу приказом руководителя организации за ним закрепляют автомобиль конкретной марки.
3. После зачисления на работу водитель обязан принять транспортное средство по акту и выполнять только ту работу, которая разрешена администрацией. Без разрешения и инструктажа производить работу, не входящую в обязанности водителя, запрещается.
4. Поступающий на работу водитель должен пройти вводный инструктаж по безопасности труда, производственной санитарии, оказанию доврачебной помощи, пожарной безопасности, экологическим требованиям, условиям работы, а также первичный инструктаж на рабочем месте, о чем должны быть сделаны записи в соответствующих журналах с обязательной подписью инструктируемого и инструктирующего.
5. Водитель должен иметь при себе:
 - удостоверение (с талоном) на право управления автомобилем;
 - талон технического паспорта и путевой (маршрутный) лист.

6. Во время работы необходимо быть внимательным, не заниматься посторонними делами и разговорами и не отвлекать внимание других.

7. На территории стоянки автомобилей водитель должен соблюдать следующие правила:

- быть внимательным к сигналам водителей движущегося транспорта;
- ходить по тротуарам, дорожкам и переходам, специально предназначенным для пешеходов, придерживаясь правой стороны;
- не заходить без разрешения за ограждения.

Запрещается:

- прикасаться к электрооборудованию, клеммам и электропроводам, арматуре общего освещения и открывать дверки электрошкафов;
- стоять или переходить под поднятым грузом или вблизи него;
- работать при обслуживании и ремонте автомобиля неисправным инструментом или на неисправном оборудовании.

8. Инструмент и приспособления использовать только по назначению.

9. В случае травмирования или недомогания прекратить работу, известив об этом механика, и обратиться в медпункт.

10. Водитель автомобиля должен знать, что наиболее опасными факторами, которые могут действовать на него в процессе работы, являются:

- вывешенная масса автомобиля или его частей;
- горячая вода и пар;
- легковоспламеняющиеся вещества;
- газы (пропан, бутан, метан, окись углерода и др.);
- этилированный бензин;
- инструмент, приспособления;
- монтаж (демонтаж) и накачка шин.

При применения комбайна

1. К самостоятельной работе на комбайнах, прошедшие специальную подготовку, имеющие удостоверение на право управления той или иной машиной, выданное квалификационной комиссией, а также прошедшие вводный инструктаж по технике безопасности на рабочем месте. Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте необходимо проводить при каждом изменении условий работы, но не реже двух раз в год.

2. Прежде чем приступить к работе, машинист комбайна обязан тщательно осмотреть машину и убедиться в ее исправности.

3. Запрещается выезжать на работу при наличии каких-либо неисправностей машины: у комбайна при неисправности двигателя, рулевого управления и

ходовой части, муфты сцепления, тормозного устройства, муфты управления; топливных баков, топливопроводов и карбюраторов (подтекание топлива), прицепного устройства, а также при отсутствии крыльев (щитков) у колесных тракторов.

4. Каждый комбайн должен быть закреплен приказом (распоряжением) за определенным машинистом.

5. Запрещается приступать к работе на незакрепленной машине или на машине, закрепленной за другим машинистом.

6. При использовании машин должна быть обеспечена обзорность рабочей зоны с рабочего места машиниста. В том случае, когда машинист управляющий машиной не имеет достаточного обзора или не видит рабочего подающего ему сигналы, между машинистом и рабочим сигнальщиком необходимо устанавливать двухстороннюю радиосвязь.

7. Машинист комбайна должен быть обеспечен спецодеждой, предусмотренной действующими нормами:
полукомбинезон хлопчатобумажный, рукавицы комбинированные.

8. Для безопасной работы в темное время суток машины должны быть оснащены исправными светильниками (фарами).

9. Запрещается во время работы смазывать и крепить детали, заправлять, регулировать и очищать от грязи тягач и прицепные машины.

10. Открывать крышку радиатора неохлажденного двигателя следует обязательно в рукавицах или используя концы и ветошь.

11. При открывании крышки радиатора лицо необходимо держать подальше от заливной горловины радиатора и находиться с наветренной стороны. Необходимо также соблюдать осторожность при сливе горячей воды из радиатора.

12. Запрещается во время работы двигателя регулировать натяжение ремня вентилятора и производить какие-либо ремонтные работы.

13. Перед заправкой расположите комбайн на очищенной от стерни, сухой травы и опашанной площадке или пахоте, заглушите двигатель.

1.13. В целях предотвращения загорания комбайна своевременно очищайте валы рабочих органов (битеров, барабанов, соломонабивателя, кривошипа, режущего аппарата, шнека, мотовила) от намоток растительной массы.

14. Не допускайте перегрева подшипников и деревянных полуподшипников, своевременно проводите их смазку согласно таблице смазки.

15. Не разводите костры и не сжигайте поживные остатки ближе 200 м от убираемых массивов и вблизи стоянок комбайнов.

16. Удаляйте пыль, солому с двигателя и электропроводки не реже 2-х раз в смену, через 3 дня очищайте выпускные трубы и искрогасители от нагара.

17. Сварочные работы на убираемом массиве разрешается проводить только в исключительных случаях., при этом необходимо очистить участок от стерни.

18. Промасленную ветошь , паклю и др. обтирочный материал собирайте в металлический ящик с крышкой.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В проекте рассматриваются три варианты технологических производства месторождения горных работ при использовании:

1. Отработки технологии, бульдозер CAT D10T, погрузчик CAT 966H, и автосамосвалы CAT-777 (таблица1).
2. Отработки технологии, экскаватор CAT 385BL ME и автосамосвалы CAT-777, (таблица2).
3. Отработки технологии, фрезерных комбайнов 2500SM, Погрузчик CAT 992D и Автосамосвал CAT-777 (таблица3).

Таблица 1- Капитальные затраты, балансовая стоимость выемочно-погрузочного оборудования, амортизационные отчисления (вариант 1)

Наименование оборудования	Количество	Цена единицы, тыс. \$.	Общая балансовая стоимость, тыс. \$.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс. \$.	
					за год	за месяц
Бульдозер САТ D10Т	1	485,0	485,0	15	72,7	6,05
Погрузчик САТ 966Н	1	130,0	130,0	15	19,5	1,62
Автосамосвалы САТ-777	1	500,0	500,0	15	75	6,25
<i>Всего</i>			<i>1115</i>	<i>15</i>	<i>167,2</i>	<i>13,93</i>
Комплектуемое оборудование (30 %)			334,5	15	50,15	34,83
<i>Итого с комплектующим оборудованием</i>			<i>1449,5</i>	<i>15</i>	<i>217,4</i>	<i>48,77</i>
Запасные части (2 %)			22,3	15	3,34	0,27
Итого с запасными частями			1468	15	220,7	49,04
Налог на добавленную стоимость (20 %)			223	15	33,4	2,78
<i>Итого с НДС</i>			<i>1694,8</i>	<i>15</i>	<i>508,3</i>	<i>51,8</i>
Транспортные расходы (8 %)			89,2	15	254,15	1,11
Складские расходы (1,2 %)			13,38	15	2,0	0,16
Монтаж (6 %)			66,9	15	10,0	0,83
<i>Всего</i>			<i>1864,2</i>	<i>15</i>	<i>279,5</i>	<i>53,91</i>
Неучтенное оборудование (5 %)			93,2	15	13,95	2,69
<i>Итого</i>			<i>1957,4</i>	<i>15</i>	<i>293,46</i>	<i>56,6</i>

Таблица 2- Капитальные затраты, балансовая стоимость выемочно-погрузочного оборудования, амортизационные отчисления (вариант 2)

Наименование оборудования	Количество	Цена единицы, тыс. \$.	Общая балансовая стоимость, тыс. \$.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс. \$.	
					за год	За месяц
Экскаватор CAT 385BL ME	1	400,0	400,0	15	60	5
Автосамосвалы CAT-777	1	60,0	60,0	15	9	0,75
<i>Всего</i>			<i>460</i>	<i>15</i>	<i>69</i>	<i>5,75</i>
Комплектующее оборудование (30 %)			138	15	20,7	1,72
<i>Итого с комплектующим оборудованием</i>			<i>598</i>	<i>15</i>	<i>89,7</i>	<i>7,45</i>
Запасные части (2 %)			9,2	15	1,38	0,11
Итого с запасными частями			607,2	15	91,08	7,5
Налог на добавленную стоимость (20 %)			92	15	13,8	1,15
<i>Итого с НДС</i>			<i>699,2</i>	<i>15</i>	<i>104,8</i>	<i>8,71</i>
Транспортные расходы (8 %)			36,8	15	5,52	0,46
Складские расходы (1,2 %)			5,52	15	0,82	0,06
Монтаж (6 %)			27,6	15	4,14	0,34
<i>Всего</i>			<i>739,12</i>	<i>15</i>	<i>115,2</i>	<i>9,57</i>
Неучтенное оборудование (5 %)			36,95	15	5,76	0,47
<i>Итого</i>			<i>776,0</i>	<i>15</i>	<i>120,9</i>	<i>10</i>

Таблица 3- Капитальные затраты, балансовая стоимость выемочно-погрузочного оборудования, амортизационные отчисления (вариант 3)

Наименование оборудования	Количество	Цена единицы, тыс. \$.	Общая балансовая стоимость, тыс. \$.	Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизационных отчислений, тыс. \$.	
					за год	За месяц
Фрезерный комбайн 2500SM	1	700,0	700,0	15	105	8,75
Погрузчик CAT 992D	1	450,0	450,0	15	67,5	5,62
Автосамосвалы CAT-777	1	500,0	500,0	15	75	6,2
<i>Всего</i>			1650	15	247,5	20,57
Комплектующее оборудование (30 %)			495	15	74,2	6,17
<i>Итого с комплектующим оборудованием</i>			2145	15	321,7	26,74
Запасные части (2 %)			33	15	4,95	0,41
Итого с запасными частями			2178	15	326,6	27,15
Налог на добавленную стоимость (20 %)			330	15	49,5	4,1
<i>Итого с НДС</i>			2508	15	376,1	31,25
Транспортные расходы (8 %)			132	15	19,8	1,64
Складские расходы (1,2 %)			19,8	15	2,97	0,24
Монтаж (6 %)			99	15	14,8	1,23
<i>Всего</i>			2758,8	15	413,6	34,36
Неучтенное оборудование (5 %)			137,9	15	20,6	1,71
<i>Итого</i>			2896,7	15	434,2	36,07

Таблица 4 - Калькуляция себестоимости вскрышных и добычных работ

Элементы себестоимости	Затраты на вскрышные работы		Затраты на добычные работы					
			вариант 1		вариант 2		вариант 3	
	всего, \$.	на 1 м ³ вскрыши, \$.	всего, \$.	на 1 т, \$.	всего, \$.	на 1 т, \$.	всего, \$.	на 1 т, \$.
Основная заработная плата	7200	3,98	56600	0,12	10000	0,72	3600	2
Дополнительная заработная плата (9% от основной)	648	0,35	5094	0,01	90	0,06	324	0,18
<i>Итого оплата труда</i>	7848	4,33	61694	0,13	10090	0,78	3948	2,18
Начисления на заработную плату (47,5 % от оплаты труда)	3727,8	2,06	12,98	0,61	4792,7	0,37	1875	1,03
Основные и вспомогательные материалы	12773	0,56	6412	1,1	1363	5,28	8597	0,83
Электроэнергия	-	-	2962	2,42	-	-	3596	2
Амортизация	216000	0,033	216000	0,033	108000	0,66	216000	0,033
<i>Итого</i>	240348,8	6,98	287080,9	4,29	124245,7	7,09	234016	6,07

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых / Новожилов М.Г., Хохряков В.С., Пчелкин Г.Д., Эскин В.С.: Под общей редакцией проф. д-ра техн. наук М.Г. Новожилова. -М.: Недра, 1971. 552 с.
2. Новожилов, М.Г. Вскрытие и системы открытой разработки глубоких горизонтов карьеров. Техника и технология открытых горных работ[Текст]/ М.Г. Новожилов. -М. Углетехиздат, 1959. 357 с.
3. Маттис А.Р., Васильев Е.И., Зайцев Д.Г. Перспективная техника для безвызванной выемки пород массива// Горный журнал.-1988.-№1.-С.35-38.
4. Новожилов, М.Г. открытые работы как первый этап разработки медноколчеданных месторождений [Текст] /М.Г. //Новожилов Горный журнал. 1948. №4.- С. 12-15
5. Результаты рентгеновского изучения минерального состава бокситов Индии и Гвинеи Инф.материалы XI Всесоюз.совещ. по рентгенографии минерального сырья. Том I.—Свердловск, 1989,-0.58 (совместно с А.Д.Слукиным, Л.В.Звездинской и О.В.Кузьминой).
6. Минералогический состав бокситов месторождения Дебеле//Прикладные и экологические аспекты 'минералогии.-Звенигород, 1991. (Совместно с А.В.Громовым)-С. 107-108
7. Минеральный и химический состав и генезис бокситов Сангареди, Гвинейская республика. ГРЫ, 1992, 0,6 п.л. (Совместно с А.Д. Слукиным, А.В.Громовым и Р.В.Боярской), в печати.
8. Рентгенофазовый анализ бокситов - возможности и перспективы использования при разведке месторождений Гвинеи//Известия ВУЗов, Геология и разведка,—1991. (Совместно с А.В.Громовым и А.Д.Слукиным), С.47-54.
9. Минералогия бокситов месторождений Дебеле и Сангареди, Гвинея//^уднооснве формации зоны гипергенеза*. Тезисы Всесоюз. совещания.—Л-д, 1990, С-25-26. (Совместно с А.Д.Слукиным, А.В.Громовым и Р.В.Боярской).
10. Новожилов М.Г., Селянин В.Г., Тартаковский Б.Н. Новая технология открытой разработки месторождений полезных ископаемых. -К.: Гостехиздат УССР, 1961 . 205 с.
11. Новожилов, М.Г. открытые горные работы [Текст]/ М.Г. Новожилов М.: ГосНТИ по черной и цвет. Мет., 1950.559 с.
12. Кожахметова З. Ж., Кожахметов О. С. О современных методах разработки бокситовых месторождений // Молодой ученый. — 2017. — №17. — С. 95-98; А.Г.Шевченко, главный специалист проекта Гвинея; М.Пихлер,

президент фирмы Wirtgen International GmbH; Ю.Б.Панкевич, к.т.н., консультант фирмы Wirtgen International GmbH. Журнал "Горная Промышленность" №2 2003, стр. Источник: <http://mining-media.ru/ru/article/karertekh/1606-bezvzryvnaa-razrabotka-boksitovykh-rud-kombajnami-wirtgen-surface-miner-rasshiraet-syrevuyu-bazu-rudnika-debele-gvineya>

13. А.Б.Райков, директор департамента ОАО «Русский Алюминий менеджмент», руководитель проекта в Гвинее; А.Г.Шевченко, главный специалист проекта в Гвинее; А.М.Панченко, руководитель представительства ОАО «Русский Алюминий Менеджмент» в Гвинее; В.А.Кожевников, генеральный директор строительной компании CGG в Гвинее; Г.А.Власов, директор рудника Дебеле, ООО «Компания Бокситы Киндии»; М.Пихлер, президент фирмы Wirtgen International GmbH; Ю.Б.Панкевич, к.т.н., консультант фирмы Wirtgen International GmbH; Журнал "Горная Промышленность" №1 2002 Источник: <https://mining-media.ru/ru/article/karertekh/1712-novyy-karernyy-kombajn-wirtgen-2200-sm-v-respublike-gvineya>

14. М. Пихлер, Президент фирмы Wirtgen International GmbH Ю.Б.Панкевич, горный инженер, к.т.н., эксперт фирмы Wirtgen International GmbH; Журнал "Горная Промышленность" №6 2005 Источник: <https://mining-media.ru/ru/article/company/1191-reshenie-voprosov-ekologii-v-ramkakh-gornyx-proektov-po-dobyche-boksitov>

15.Новожилов, М.Г. Открытые горные работы: «Технология и комплексная механизация» [Текст]: учеб./ М.Г. Новожилов, Г.Д. Пчелкин, В.С. Эскин. –2-е изд. –К.: Вища школа, 1990.–320 с.

16. Комплексная оценка вариантов технологий разработки месторождений коренных алмазов трубки им. Ломоносова для проектирования открытых горных работ: Отчет о НИР/Центр научно-техн. деят., исследований и социальных инициатив. Экспериментальное научно-техн. объединение "ОРТ". Рук. работы Анистратов Ю.И. - М., 1991. - 196 с.

17. Буткевич Г.Р., Карпова Т.Н., Мельникова В.М. Эффективность применения машин с фрезерным рабочим органом // Строительные материалы.-1989.-№9.-С.8-9.

18. Vogt W., Ianeche K. Technischer stand und Entwicklungsmoglichkeiten der frasenden Gewinnung in kohlentagebauen // Braunkohle.-1987.-V.39.-N5.-P.120,123,128,131-135.

19. Полосин, М.Д. Машинист бульдозера: учеб. пособие / М.Д. Поло- син, Э.Г. Ронинсон. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 64 с.

20. Техничко-эксплуатационные характеристики машин компании CATERPILLAR: справочник. – Пеория, Иллинойс, США: Caterpillar inc, 2003. – 620 с.

21. Васильев М.В., Яковенко Б.В., Бобылев А.А. Влияние горно-технических факторов на эксплуатационные показатели карьерных автосамосвалов. – Труды/ИГД МЧМ СССР. - Свердловск, 1970, вып.30, с.122-129.

22. Райков А.Б. Новый карьерный комбайн Wirtgen 2200 SM в Республике Гвинея / А.Б. Райков, А.Г. Шевченко, А.М. Панченко и др // Горная промышленность, № 1, 2002. –5 с.

23. Трубецкой К.Н. Проектирование карьеров / К.Н. Трубецкой, Г.Л. Краснянский, В.В. Хронин и др// Москва «Высшая школа», 2009. – 695 с. Источник:<https://research-journal.org/earth/opredelenie-optimalnoj-dliny-fronta-rabot-pri-otkrytoj-razrabotke-slozhnostrukturnyx-karbo-natnyx-mestorozhdenij-s-ispolzovaniem-mashin-poslojnogo-frezerovaniya-i-avtomobilnogo-transporta/>

24. Буткевич Г.Р., Карпова Т.Н., Мельникова В.М. Эффективность применения машин с фрезерным рабочим органом // Строительные материалы.-1989.-№9.-С.8-9.

25. Vogt W., Ianeche K. Technischer stand und Entwicklungsmoglichkeiten der frasenden Gewinnung in kohlentagebauen // Braunkohle.-1987.-V.39.-N5.-P.120,123,128,131-135.

26. Surface miner impresses at Collie, W. Australia //Mining. Mag.- 1990.-V.163.-N2.-P.122-123.

27. Иванов, А.И. Комплексная переработка бокситов / А.И. Иванов, Г.Н. Кожевников, Ф.Г. Ситдииков, Л.П. Иванова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2003.

28. Буткевич Г.Р. Проблемы добычи, переработки и использования минерального сырья в промышленности строительных материалов (по материалам совещания)// Горный журнал.- 1995.-№1.- С.63-64.

29. Панкевич Ю.Б., Хартманн Г. Технологические схемы ведения горных работ при использовании комбайнов Wirtgen Surface Miner// Горный журнал.-1995.-№6.-С.30-33.

30. Панкевич Ю.Б., Самойлов Ю.А. Опыт применения и перспективы развития экологически безопасных технологий открытой разработки с использованием комбайнов Surface Miner// Горный журнал.-1992.-№6.-С.49-53.

31. Дзюба В.М., Панкевич Ю.Б. Результаты испытаний карьерного комбайна Wirtgen 2600 SM на магнезитовых месторождениях России// Горный журнал.-1995.-№6.-С.34-36.

32. Бенеславский, С.И. Минералогия бокситов / С.И. Бенеславский. – М.: Наука, 1974. – 168 с.
33. Панкевич Ю.Б., Хартманн Г. Технологические схемы ведения горных работ при использовании комбайнов Wirtgen Surface Miner// Горный журнал.-1995.-№6.-С.30-33.
34. Панкевич Ю.Б., Самойлов Ю.А. Опыт применения и перспективы развития экологически безопасных технологий открытой разработки с использованием комбайнов Surface Miner// Горный журнал.-1992.-№6.-С.49-53.
35. Дзюба В.М., Панкевич Ю.Б. Результаты испытаний карьерного комбайна Wirtgen 2600 SM на магнезитовых месторождениях России// Горный журнал.-1995.-№6.-С.34-36.
36. Карьерные комбайны непрерывного действия// Рекламные материалы фирмы WIRTGEN.-1991.- 6 с.
37. Грабчак Л.Г. Горнопроходческие машины и комплексы.-М.: Недра, 1990.- 234 с.
38. Грабчак Л.Г. Горнопроходческие машины и комплексы.-М.: Недра, 1990.- 234 с.
39. Пегам Г. Новая технология выемки пород на карьерах// Рекламные материалы фирмы VOEST ALPINE.-1992.- 6 с.
40. Gentry D.W., O'Neil T.J. Mine Investment Analysis //Amer.Inst.Min., Metall.Pet.Eng.- new Jork, 1984.- 502 p.
41. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. Методы оценки эффективности инвестиций горных предприятий// Горный журнал.-1993.-№2.-С.3-11.
42. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацко Н.А. Современные методы оценки экономической эффективности применения новой горной техники// Горный журнал.-1995.-№3.-С.17-22.
43. Уиллиамс М.Р.В. Рациональное использование лесных ресурсов (организация и управление): Пер. с англ.- М.: Экология, 1991.- 128 с.
44. Васильев В.М. Научные основы проектирования карьерного транспорта. М: Недра, 1970, 50 с.
45. Васильев В.М. Комбинированные карьерные транспорты. М: Недра, 1975, 352 с.
46. Васильев М.В. Научные основы проектирования и эксплуатации автомобильного транспорта на открытых горных разработках. - Свердловск, 1962. - 332 с. (Труды/ИГД МЧМ СССР, вып.1).
47. Гончаров, Н.В. Строительные машины: учеб. пособие / Н.В. Гончаров. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2012. – 72 с.

48.Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: учеб. пособие / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012. – 606 с.

49.Машины для земляных и строительно-монтажных работ: учеб. пособие / Р.А. Янсон, А.Б. Агапов, А.А. Демин, Е.В. Кошкарев. – М.: Изд-во АСВ, 2012. – 358 с.

50.Раннев, А.В. Устройство и эксплуатация дорожно-строительных машин: учебник для нач. проф. образования / А.В. Раннев, М.Д. Поло- син. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 488 с.