

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.С. Морин
подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2022 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

21.05.04 «Горное дело»

код и наименование специальности

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

специализация

«Эксплуатация горных машин и комплексов при разработке рудного
месторождения открытым способом» со специальной частью
«Совершенствование технологического процесса ТО и Р двигателей
внутреннего сгорания горных машин»

тема

Пояснительная записка

СФУ ИГДГиГ ДП– 21.05.04.09 – 121517890

Руководитель

_____ к.т.н., доцент

Чесноков В.Т.

Студент ЗГГ15-06ГМ

_____ Черемных М.Д.

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа

Консультанты по разделам:

Технология горных работ

наименование раздела

подпись, дата

Е.В. Кирюшина

инициалы, фамилия

Механическое оборудование карьеров

наименование раздела

подпись, дата

И.И. Демченко

инициалы, фамилия

Специальная часть

наименование раздела

подпись, дата

В.Т. Чесноков

инициалы, фамилия

Транспорт

наименование раздела

подпись, дата

Ю.А.Плютов

инициалы, фамилия

Технология ремонта

наименование раздела

подпись, дата

Т.А. Герасимова

инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности

наименование раздела

подпись, дата

А.В. Галайко

инициалы, фамилия

Стационарные машины

наименование раздела

подпись, дата

А.С. Морин

инициалы, фамилия

Экономическая часть

наименование раздела

подпись, дата

Р.Р. Бурменко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

В.Т. Чесноков

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.С. Морин
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломного проекта
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Студенту Черемных Марку Дмитриевичу

фамилия, имя, отчество

Группа ЗГГ1506ГМ Направление (специальность) 21.05.04 «Горное дело»

номер

код

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы «Эксплуатация горных машин и комплексов при разработке рудного месторождения открытым способом» со специальной частью «Совершенствование технологического процесса ТО и Р двигателей внутреннего сгорания горных машин»

Утверждена приказом по университету № 19106/с от 24.12.2021

Руководитель ВКР В.Т. Чесноков доцент, канд. техн. наук

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР _____

Перечень разделов ВКР Технология горных работ, Механическое оборудование карьеров, Транспорт, Стационарные машины, Технология ремонта, Специальная часть, Безопасность жизнедеятельности, Экономическая часть

Перечень графического материала Маршрутная карта. Установка для наплавки коленчатых валов. План ремонтной базы. Технический чертеж коленчатого вала. Центросместитель.

Руководитель ВКР _____

подпись

В.Т. Чесноков

инициалы и фамилия

Задание принял к выполнению _____

М.Д. Черемных

подпись, инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 20__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1 Технология открытых горных работ	10
1.1 Горно-геологическая часть	10
1.2 Современное состояние горных работ.....	12
1.3 Вскрытие месторождения	16
1.4 Вскрытие карьерного поля.....	19
1.4.1 Буровзрывные работы.....	19
1.4.2 Рыхление пород вертикальными скважинами	21
1.4.3 Схемы монтажа взрывных сетей	26
1.5 Выемочно-погрузочные работы	30
1.6 Отвалообразование	37
2 Механическое оборудование карьеров	40
3 Транспорт	57
3.1 Выбор вида транспорта	57
3.2 Формирование комплексов погрузочно-транспортных средств.....	59
4 Стационарные машины	67
4.1 Расчёт длины и геометрической высоты нагнетательного трубопровода	67
4.2 Расчёт необходимой производительности насосной станции, выбор труб для построения внешней сети водоотливной установки	68
4.3 Выбор насосов	69
4.4 Анализ рабочего режима водоотливной установки	73
4.5 Выбор электродвигателей, определение годовых и удельных затрат электроэнергии на водоотлив	75
5 Технология ремонта	77
5.1 Исходные данные	77
5.2 Выбор и расчёт необходимого количества оборудования.....	78
5.3 Определение количества и видов ремонтных работ	80
5.4 Расчёт численности ремонтного персонала	82
5.5 Расчёт станочного оборудования	83
5.6 Проектирование ремонтной базы	84
5.7 Управление механической службой	88
5.8 Виды износов оборудования.....	89
5.9 Выбор детали	91
5.10 Обоснование выбора метода восстановления детали	92
5.11 Технология восстановления детали электроискровым легированием	96

					<i>ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Черемных М.Д.</i>			<i>Эксплуатация горных машин и оборудования при разработке рудного месторождения открытым способом</i>	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Чесноков В.Т.</i>					5	176
Н. Контр.		<i>Чесноков В.Т.</i>			ГМиК			
Утв.		<i>Морин А.С.</i>						

6	Специальная часть. Совершенствование технологического процесса технического обслуживания и ремонта двигателей внутреннего сгорания горных машин в условиях Удерейского месторождения	100
6.1	Обоснование необходимости проектирования	100
6.2	Расчёт годовой программы участка восстановления коленчатых валов	100
6.3	Анализ дефектов коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240.....	102
6.4	Выбор и обоснование способа восстановления шеек коленчатого вала.....	105
6.4.1	Способ шлифования шеек до ремонтных размеров	105
6.4.2	Способы наплавки шеек стальных коленчатых валов	105
6.5	Технологический процесс восстановления шеек коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240	108
6.6	Расчёт и выбор технологического оборудования	116
6.7	Разработка конструкции центросместителя для наплавки шатунных шеек коленчатого вала ЯМЗ-240	120
6.7.1	Назначение и принцип действия приспособления	120
6.8	Выбор режима работы участка и расчёт фондов времени.....	123
6.9	Расчёт потребности штата участка.....	124
6.10	Обоснование производственной площади и компоновка участка восстановления	125
6.11	Технико-экономическое обоснование проекта	125
6.11.1	Определение себестоимости восстановления коленчатого вала ЯМЗ-240	125
6.11.2	Расчёт себестоимости изготовления центросместителей	129
6.11.3	Технико-экономические показатели проекта.....	130
7	Безопасность жизнедеятельности.....	132
7.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	132
7.1.1	Технические и организационные мероприятия по охране труда.....	133
7.2	Охрана окружающей среды	138
7.2.1	Анализ промышленных загрязнений окружающей среды	138
7.2.2	Природоохранные мероприятия по защите атмосферы, гидросферы и литосферы	139
7.3	Правила безопасности	140
7.3.1	Правила безопасности при выемочно-погрузочных работах	140
7.3.2	Правила безопасности при транспортировании горной массы.....	141
7.4	План ликвидации аварий.....	142

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Эксплуатация горных машин и оборудования при разработке рудного месторождения открытым способом					
Разраб.		Черемных М.Д.						Лит.	Лист	Листов
Провер.		Чесноков В.Т.							6	176
Н. Контр.		Чесноков В.Т.						ГМиК		
Утв.		Морин А.С.								

8 Экономическая часть	144
8.1 Организация и управление производством участка “Удере́йский” Новоанрагского обогатительного комбината.....	144
8.1.1 Организация управления производством и производственная Структура участка “Удере́йский”	144
8.1.2 Режим и организация работ	149
8.2 Расчёт основных технико-экономических показателей процесса добычи руды	150
8.2.1 Расчёт суммы капитальных вложений и амортизационных отчислений	150
8.2.2 Организация труда и заработной платы работников участка	153
8.2.2.1 Расчёт численности работников участка	153
8.2.2.2 Расчёт фонда заработной платы работников участка	155
8.3 Расчёт себестоимости добычи полезного ископаемого	155
8.3.1 Вспомогательные материалы.....	155
8.3.2 Расчёт расходов по статье “Энергия на технологические цели”	162
8.3.3 Основная заработная плата производственных рабочих	163
8.3.4 Отчисления в фонды социального страхования	163
8.3.5 Амортизация	163
8.3.6 Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования.....	163
8.3.7 Цеховые расходы	164
8.4 Расчёт экономической эффективности проекта	165
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	167
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	168
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	173

					<i>ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ</i>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<i>Эксплуатация горных машин и оборудования при разработке рудного месторождения открытым способом</i>	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		<i>Черемных М.Д.</i>					7	176
Провер.		<i>Чесноков В.Т.</i>				ГМиК		
Н. Контр.		<i>Чесноков В.Т.</i>						
Утв.		<i>Морин А.С.</i>						

ВВЕДЕНИЕ

Специальная часть посвящена вопросу совершенствования технологического процесса технического обслуживания и ремонта двигателей внутреннего сгорания горных машин в условиях Удерейского месторождения. Актуальность этого вопроса обуславливается таким факторам, как высокие капитальные и трудовые затраты на ремонт техники. Данный фактор требуют от руководителя в лице механика высокой организации труда, всестороннего контроля за техникой. [50]

В процессе эксплуатации автомобиля его рабочие свойства постепенно ухудшаются из-за изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они сделаны. Для устранения возникающих отказов и неисправностей проводятся технические обслуживания и ремонт.

Ремонтная мастерская Удерейского месторождения производит ремонт всего подвижного состава предприятия, в том числе: грузовых автомобилей, выемочно-погрузочного оборудования и специальной техники. При ремонте используется большое количество запасных частей и расходных материалов. В настоящее время дефицита запасных частей не существует. Но, несмотря на это, использование остаточного ресурса восстановленных деталей является серьезным фактором повышения технической готовности всего парка. Как известно, детали, полностью исчерпавшие свой ресурс и подлежащие замене, составляют 25...30% всех деталей. Количество деталей, износ рабочих поверхностей которых находится в допустимых пределах, достигает 30...35%, остальные детали могут быть повторно использованы после восстановления. Себестоимость капитального ремонта агрегатов обычно не превышает 60...70% стоимости новых аналогичных деталей. При этом достигается большая экономия металла и энергетических ресурсов. Поэтому целесообразной альтернативой по улучшению качества и снижения себестоимости ремонта является вторичное использование изношенных деталей, восстанавливаемых в процессе ремонта автомобилей и его агрегатов.

Исходя из вышесказанного, в настоящем дипломном проекте ставятся задачи по организации участка восстановления коленчатых валов двигателей ЯМЗ. Поставленная задача решена с использованием известной методики, разработана технология и конструкция приспособления для наплавки шеек коленчатого вала. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности позволяют улучшить условия труда работающих. Предлагаемые мероприятия обоснованы теоретическими, конструктивными и технико-экономическими расчетами.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Наибольшее количество двигателей, установленных на грузовой автотранспорт предприятия, имеют марку ЯМЗ 240. Выбор способа, разработка технологии и на основании этого проектирование участка восстановления коленчатых валов является актуальным в плане снижения себестоимости ремонта двигателей.

Следует обратить внимание, что деталь коленчатый вал есть в любом двигателе, без привязки к модели автотранспорта или марки двигателя. Где также повышенному износу подвержены посадочные места, а именно шейки. В рамках данного дипломного проекта рассмотрен процесс восстановления коленчатых валов двигателей ЯМЗ, но данный технологический процесс можно применить к двигателям любой марки.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Технология открытых горных работ

1.1 Горно-геологическая часть

Удерейское золотосурьмяное месторождение расположено в Мотыгинском районе Красноярского края в 15 км на юго-запад от пос. Южно-Енисейский и в 63 км к северу от районного центра пос. Мотыгино. Кроме вышеуказанных, ближайшими населенными пунктами являются пос. Партизанский (по прямой 12 км на юго-запад) и пос. Раздолинск (37 км по прямой на юг).

Площадь участка недр в указанных границах составляет 7,75 км².

Обзорная схема расположения участка недр приведена на рисунке 1.1.

Климат района резко континентальный с продолжительной суровой зимой (до - 55°С) и коротким, жарким летом (до + 35°С). Среднегодовая температура варьирует в разные годы от -1.8° до -6.0°. Снег ложится в начале октября и стаивает в конце мая - начале июня, мощность снежного покрова свыше 1 м. Глубина сезонного промерзания грунта 0.5-2.0 м. Многолетняя мерзлота встречается лишь в заболоченных долинах с мощным моховым покровом. Среднегодовое количество осадков составляет 1080 мм.

Рельеф района низко-среднегорный, сложнорасчлененный, с широкими плоско-увалистыми водоразделами и глубоко врезанными тальвегами долин. Абсолютные отметки водоразделов находятся в пределах 400-750 м, достигая в верховьях р. Нижней и Верхней Подголочной (г. Голец) – 806 м. Относительные превышения водоразделов над долинами рек и ручьев составляют 100-250 м, редко превышения достигают 300-400 м.

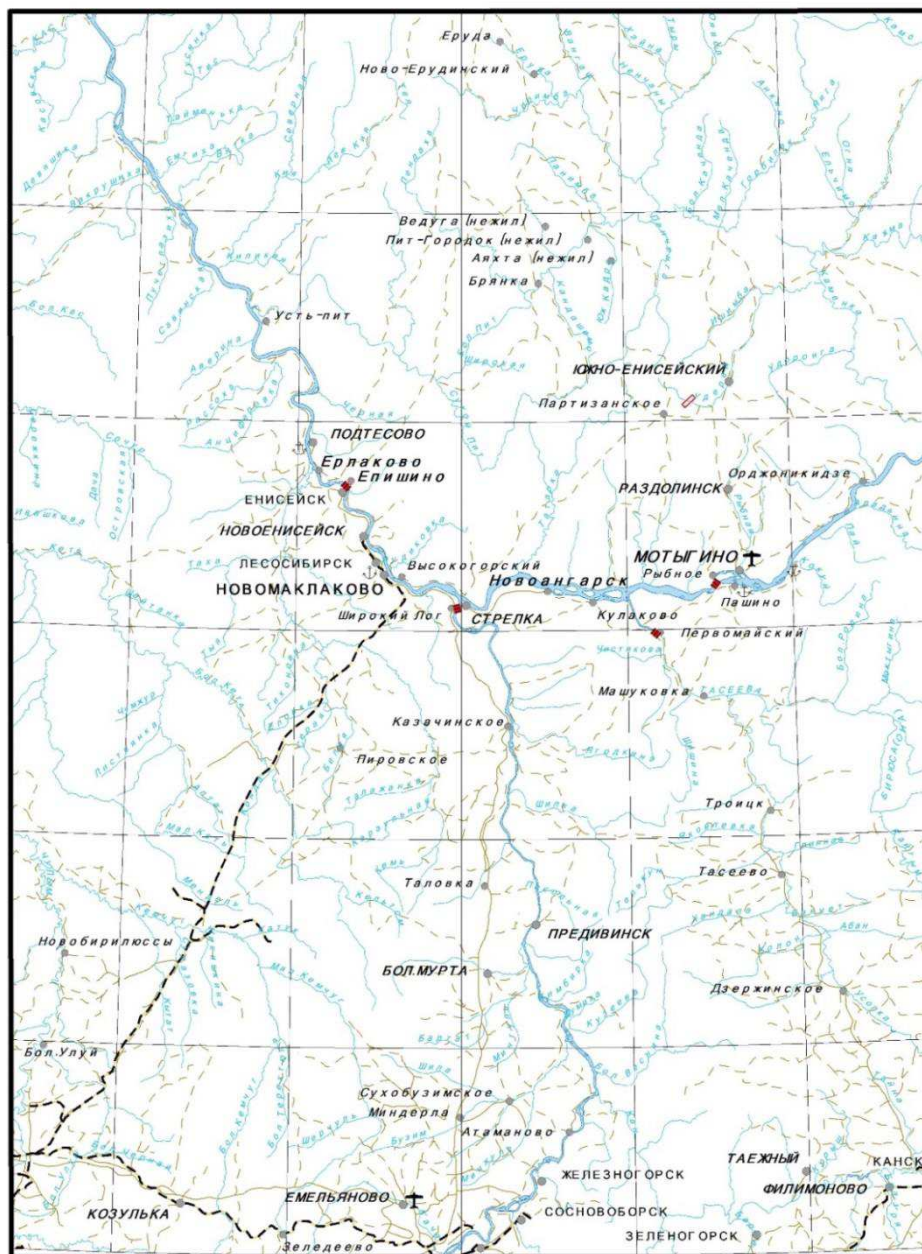
Наиболее крупная река района работ – р. Удерея. Долина реки ассиметричная, правый склон крутой, с коренными выходами, левый более пологий, террасированный. Ширина долины составляет 0.8-2 км, ширина русла 10-30 м, глубина 0.3-1.2 м, скорость течения 0.8-1.2 м/сек, средний уклон 0.005. Наиболее крупные притоки р. Удерея – Шалакит, Б. Пескина, Шаарган, Мамон – являются типично горными мелководными и порожистыми водотоками. Практически все долины рек описываемого района поражены старательскими и дражными разработками, испещрены многочисленными отвалами и заболоченными отстойниками. [50]

Половодье обычно наступает в конце мая - середине июня, межень приходится на июль-август.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Обнаженность района плохая. Относительно хорошо обнажены (5-10 % площади) лишь склоны наиболее крупных водотоков и, в меньшей степени, водоразделы.

По степени сложности геологического строения территория района относится к 5 категории.



10 0 10 20 30 40 50Км

- а - паромные переправы, б - речные порты
- а - асфальтовые дороги, б - грунтовые дороги и др.
- а - аэропорты, б - железная дорога
- Контур лицензии ООО "ПОК" на Удереяском золото-сурьмяном месторождении

Рисунок 1.1 - Обзорная схема расположения участка недр

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Мотыгинский район, транспортно, разорван на три части: правый берег Ангары, левый берег Ангары к западу от реки Тасеевой и левый берег Ангары к востоку от реки Тасеевой. Более 70 % населения проживает на правом берегу Ангары. Транспортные пути в районе работ развиты слабо. Имеются улучшенные грунтовые дороги III класса от пгт. Мотыгино до пос. Южно-Енисейск (86 км) и до пос. Партизанск (94 км). До г. Лесосибирск от пос. Мотыгино идёт асфальтовая дорога (190 км) с паромной переправой через р. Ангару в пос. Рыбное, через р. Тасеева в пос. Первомайский и через р. Енисей в районе пос. Стрелка. От г. Енисейска до г. Красноярска проложено шоссе II класса (350 км). Протяженность автодороги от участка работ до пгт. Мотыгино – 78 км, до г. Красноярска – 475 км, до ближайшей железнодорожной станции в г. Лесосибирске – 255 км.

Основным источником энергоснабжения с 1979 года является ЛЭП-110 от Назаровской ГРЭС. В ближайшее время добавится новый источник электроэнергии – Богучанская ГЭС. Строящаяся линия электропередач от Богучанской ГЭС проходит в непосредственной близости от месторождения (3.5 км), по водоразделу руч. Безымянка и р. Большой Шалакит. [50]

1.2 Современное состояние горных работ

В соответствии со стратегией освоения развития сырьевого ресурса на месторождении Удере́йское, утвержденное исполнительным директором ООО «Новоангарский обогатительный комбинат», освоение месторождения предусмотрено в 2 этапа:

- на первом этапе освоения месторождения (2018-2022 годы) предусматривается извлечение минерального сырья из недр в объеме 500 тыс. т./год и последующей продажей добытого полезного ископаемого ООО «Боголюбовское»;

- на втором этапе освоения месторождения (2023 -2035 годы) на месторождении предусматривается извлечение из недр минерального сырья в объеме 1000 тыс. т./год, с последующей переработкой на собственных мощностях с получением золотосульфидного и золотосурьмяного концентратов, с последующей их реализацией ООО НПЦ "Электрум", Wogen Resources LTD и China Gold Trade Corporation LTD.

Определение проектной производительности карьера по руде, по горнотехническим условиям.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Мощность карьера по руде по горнотехническим условиям определяется в соответствии с ВНТП 35-86 по формуле.

$$A_r = h_g * S * \frac{(1-n)}{(1-p)} * \gamma = 31 * 12610 * \frac{(1-0,045)}{(1-0,151)} * 2,72 = 1196 \text{ тыс. м} \quad (1.1)$$

где h_g – среднегодовое понижение добычных работ, м;

S – средняя площадь рудного тела, м^2 ;

n – потери извлекаемого из недр минерального сырья, ед;

p – разубоживание при извлечении из недр минерального сырья, ед.

Среднегодовое понижение добычных работ определяется по формуле

$$h_g = h_b + \Delta h = 24 + 9 = 31 \text{ м} \quad (1.2)$$

где h_b – базовая среднегодовая скорость понижения добычных работ, м/год;

Δh – поправка при автомобильном транспорте, м/год).

Срок разработки месторождения определяется также по формуле Тейлора.

$$T = 6,5 * 0,25 \sqrt[0]{Q} = 6,5 * 0,25 \sqrt[0]{14,060} = 12,57 \text{ лет} \quad (1.3)$$

где Q – извлеченное из недр минеральное сырье, млн. т;

Мощность карьера по формуле Тейлора составит.

$$A_r = \frac{Q}{T} = \frac{14060}{12,57} = 1118 \text{ тыс. м} \quad (1.4)$$

Режим работы карьера, согласно действующим нормам ВНТП 35-86, предусматривается в две смены, продолжительностью 12 часов. Число смен в году составит 680. Проектная мощность карьера с учетом распределения календарных объемов горных работ (коэффициент неравномерности работы карьера $K_n=1,15$) приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Проектная мощность карьера

Наименование показателей	Производительность	
	Годовая	Месячная
Горная масса, тыс.м ³	11000	1050
Минеральное сырье, тыс. т	от 500 до 1000	95
Вскрыша, тыс.м ³	10644	1000

Настоящим техническим проектом предусматривается проектирование горных работ по 1 и 2-му этапу освоения месторождения.

Настоящим техническим проектом предусмотрена поочередная разработка карьеров. Участок «Центральный» и «Северо-Западный» обрабатывается в три очереди, участки «Северо-Восточный», «Юго-Западный» и «Ново-Удерецкий» в две очереди каждый.

Участок «Центральный» и «Северо-Западный» I очередь до гор.+250м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Вскрывается с северной стороны с гор.+390 м до гор. + 280м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы, с гор.+280м до гор.+250м вскрывается капитальной траншеей внутреннего заложения с петлевой формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100% .

Участок «Центральный» и «Северо-Западный» II очередь до гор.+120м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор.+380-415 м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть с южной стороны с гор.+365м до гор.+285м вскрывается капитальной внутренней траншеей со спиральной формой трассы. С северной части с гор.+380м до гор.+350м вскрывается внешней капитальной траншеей, с гор.+350м до гор.+285м внутренней капитальной траншеей. На гор.+285м предусмотрено формирование площадки, в которой смыкаются вышележащие вскрывающие траншеи и траншеи для вскрытия нижележащих запасов Центрального и Северо-Западного участков месторождения. С гор.+285м до гор.+120м вскрывается капитальной траншеей внутреннего заложения с петлевой формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. В рамках данной очереди предусматривается формирование предельного контура с оставлением северо-западной части карьера временно нерабочего борта, который в дальнейшем будет использован для ведения горных работ по III очереди.

Участок «Центральный» и «Северо-Западный» III очередь до гор. +215м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор. + 380-435м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с гор. +380м до площадки гор.+285м по существующей капитальной траншее II очередь, с гор.+285м до гор.+215м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. В рамках данной очереди предусматривается формирование предельного контура.

Участок «Северо-Восточный» I очередь до гор. +340м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор. +400-435 м

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с восточной стороны с гор. +400 м до гор.+340м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. Формирование восточного борта карьера предусмотрено в предельном положении.

Участок «Северо-Восточный» II очередь до гор.+300м. Вскрытие поля участка принято по существующей схеме I очереди до гор.+360м. Нагорная часть гор.+400-420 м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть с гор.+360м вскрывается до гор.+300м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. В рамках данной очереди предусматривается формирование предельного контура.

Участок «Юго-Западный» I очередь до гор.+410м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор.+440-510м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с восточной стороны с гор.+440 м до гор.+410м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%.

Участок «Юго-Западный» II очередь до гор.+340м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор.+420-513м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с восточной стороны с гор.+420м до гор.+340м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. . Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. В рамках данной очереди предусматривается формирование предельного контура.

Участок «Новоудерейский» I очередь до гор.+340м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор.+370-438 м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с западной стороны с гор.+370 м до гор.+340м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%.

Участок «Новоудерейский» II очередь до гор.+290м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Нагорная часть гор.+380-467м вскрывается полутраншеями. Глубинная часть вскрывается с западной стороны с гор.+375 м до гор.+290м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы. Руководящий уклон принимается 90%. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100%. [50]

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Поочередные объемы выемки карьера «Удере́йский» приведены в таблице 1.1.2.

Таблица 1.2 - Поочередные объемы выемки карьера Удере́йский

Очередь	Горная масса тыс.м ³	Вскрыша тыс.м ³	Балансовые запасы			Потери		Разубоживание		Извлеченное из недр минеральное сырье			Кв
			Всего	Au-S	Au-Sb	Au-S	Au-Sb	Au-S	Au-Sb	Всего	Au-S	Au-Sb	
			тыс. т	тыс. т	тыс. т	%	%	%	%	тыс. т	тыс. т	тыс. т	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Участок Центральный и Северо-Западный													
I очередь 2018	3154	2983	315	223	92	17,9%	6,2%	49,7%	28,4%	484	364	121	6,16
I очередь	9884	8617	3021	2660	360	5,0%	2,7%	20,1%	14,8%	3572	3161	411	2,41
II очередь	50416	48931	3805	3726	79	2,4%	3,7%	11,0%	16,1%	4176	4086	91	11,72
III очередь	29611	28543	2642	2578	64	3,8%	3,2%	15,4%	12,0%	3002	2932	71	9,51
Итого:	93065	89074	9783	9187	596	4,0%	3,5%	16,3%	17,0%	11236	10542	693	7,93
Участок Северо-Восточный													
I очередь	7259	6715	1512	1010	502	9,2%	3,7%	5,7%	15,9%	1546	972	574	4,34
II очередь	3812	3742	185	163	23	6,3%	8,6%	10,1%	27,3%	198	170	28	18,91
Итого:	11071	10457	1697	1173	524	8,8%	3,9%	6,3%	16,4%	1744	1142	603	5,99
Участок Юго-Западный													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I очередь	3898	3760	361	253	108	4,6%	2,1%	3,6%	25,0%	392	250	141	9,60
II очередь	6974	6914	160	77	84	20,7%	2,1%	0,4%	26,8%	173	61	112	40,02
Итого:	10872	10673	522	330	192	8,3%	2,1%	3,0%	25,8%	565	311	253	18,91
Участок Ново-Удере́йский													
I очередь	2263	2185	184	184	0	2,4%		18,6%		221	221	0	9,90
II очередь	6460	6356	252	252	0	2,8%		16,8%		294	294	0	21,59
Итого:	8724	8540	436	436	0	2,6%	0,0%	17,6%	0,0%	515	515	0	16,59
ВСЕГО:	124802	118745	12437	11125	1312	4,5%	3,4%	15,1%	18,2%	14060	12510	1549	8,45

Таблица 1.3 – Основные параметры карьеров месторождения Удере́йское

Наименование	Центральный	Северо-Восточный	Юго-Западный	Ново-Удере́йский
Длина карьера по поверхности, м	1450	800	630	750
Длина карьера по дну, м	150	85	280	450
Ширина карьера по поверхности, м	850	360	350	280
Ширина карьера по дну, м	60	75	30	30
Площадь карьера по поверхности, тыс. м ²	1013,0	241,5	213,5	197,8
Площадь карьера по дну, тыс. м ²	5,0	4,3	8,9	13,7
Глубина карьера, м	290	80	140	120

1.3 Вскрытие месторождения

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Месторождение Удерейское относится к нагорному типу. Разработка месторождения «Удерейский» предусматривается четырьмя обособленными участками горных работ. Объединенным участком горных работ «Центральный» и «Северо-Западный» определена разработка Центрального и Северо-Западного участков месторождения, участками горных работ «Северо-Восточный», «Юго-Западный» и «Ново-Удерейский» разрабатывается Северо-Восточный, Юго-Западный и Ново-Удерейский участки.

Площадь участка расчленена среднегорьем. Относительные превышения составляют от 50 до 100 м.

Поверхность площади нарушена геологоразведочными работами. Схема вскрытия определена с учетом ситуационного плана размещения объектов, отвалов, рельефа поверхности, а также горно-геологических условий и формы залегания рудных тел.

Принятая схема вскрытия обеспечивает минимальное расстояние транспортирования горной массы и минимальные объемы выемки, представлена на рисунках 1.2, 1.3, 1.4 и 1.5. Отработка месторождения Удерейское предусматривается карьером до гор.+120 м. В целях снижения объёмов вскрыши и достижения заданной производительности по минеральному сырью техническим проектом предусматривается применение поочередной разработки месторождения.

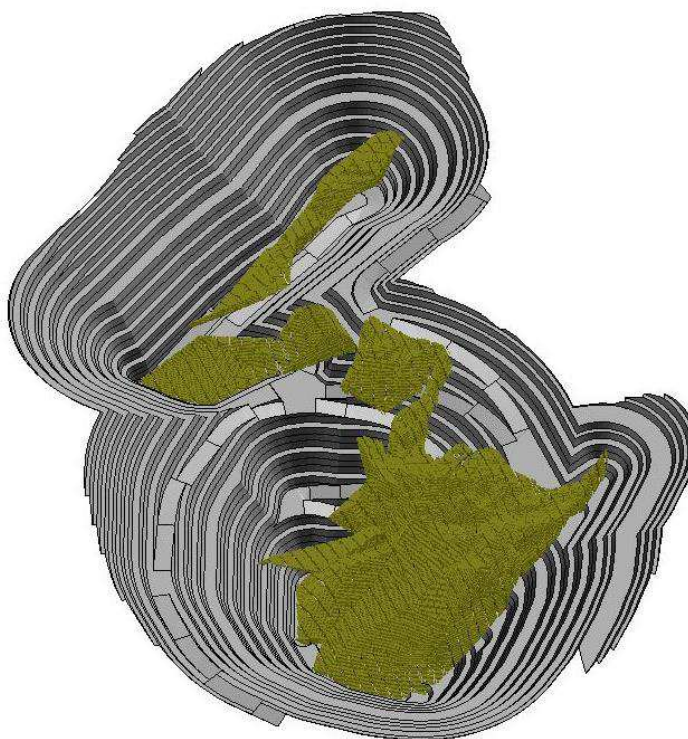


Рисунок 1.2 - Схема вскрытия участков «Центральный» и «Северо-Западный»

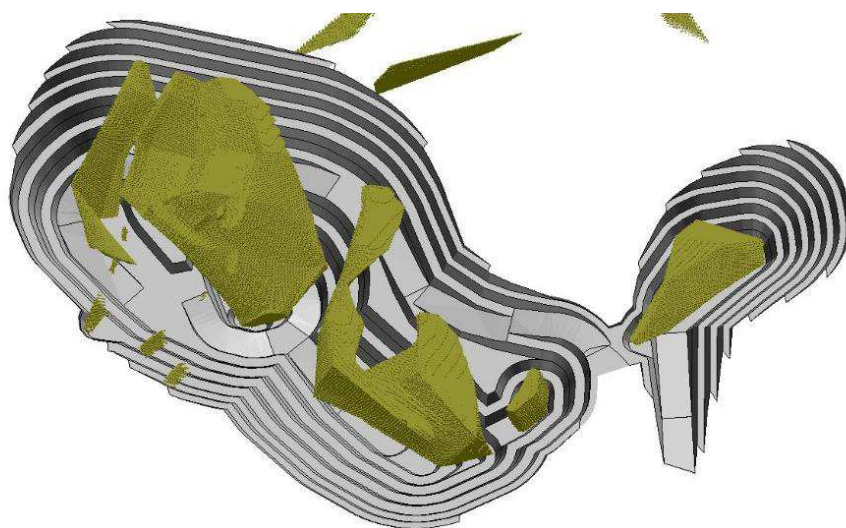


Рисунок 1.3 - Схема вскрытия участка «Северо-Восточный»

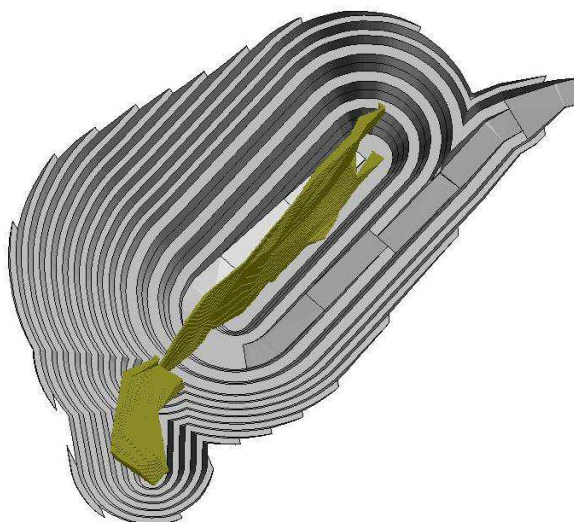


Рисунок 1.4 - Схема вскрытия участка «Юго-Западный»

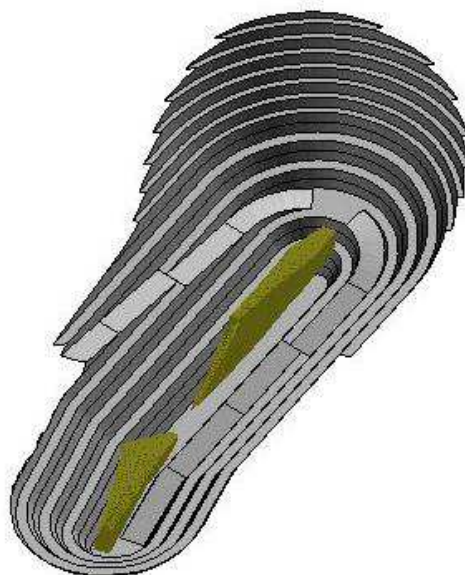


Рисунок 1.5 - Схема вскрытия участка «Ново-Удерецкий»

Карьерное поле участка «Центральный» вскрывается двумя капитальными траншеями внутреннего заложения шириной 28,5 м и уклоном 100 %. С южной стороны вскрывается траншеей с гор. +365м со спиральной формой трассы, с северной стороны вскрывается траншеей с гор.+380м с петлевой формой трассы. На гор. +285м предусмотрено формирование площадки, в которой смыкаются вышележащие вскрывающие траншеи и траншеи для вскрытия нижележащих запасов Центрального и Северо-Западного участков месторождения. По траншеям с южной стороны осуществляется вывозка руды и породы в «Южный» и «Восточный» отвалы, по траншее с северной стороны предусматривается откатка вскрышных пород в отвал «Северный».

Подготовка горизонтов предусматривается, как разрезными траншеями, так и котлованами. Согласно ВНТП 35-86, суммарная протяженность фронта горных работ при подготовке горизонтов разрезными траншеями принимается не менее - 300 м (ЭКГ-10, РС-1250 и автотранспорт). При доработке карьеров в условиях ограничения размеров рабочих площадок и обводненности массива подготовка горизонтов осуществляется разрезными котлованами. Длина фронта на один экскаватор при этом в среднем составит 200-300 м. После подготовки горизонта он отрабатывается полностью до границ промежуточного или конечного контура карьера. Проведение разрезных траншей и котлованов производится экскаваторами ЭКГ-10, РС-1250, РС-750 и РС-400 продольным забоем с тупиковой подачей транспорта. Время на горно-подготовительные работы горизонта составит 1-1,5 месяца.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Связь между рабочими уступами производится по временным съездам. По мере ведения горных работ временные съезды отрабатываются. [50]

1.4 Вскрытие карьерного поля

1.4.1 Буровзрывные работы

Вскрышные породы, состоящие из скальных и полускальных пород, минеральное сырье и мерзлые породы подвергаются сплошному рыхлению – способом взрывания.

В случаях нецелесообразности применения БВР проектом предусмотрено рыхление пород (1-2 категории по взрываемости и слабопромерзших) бульдозером-рыхлителем.

Рыхление минерального сырья и скальных пород вскрыши проектом предусматривается производить методом скважинных зарядов – для разрушения массива применять вертикальные и наклонные скважины.

Требования к крупности дробления горной массы определены исходя из вместимости ковша экскаватора, вместимости транспортного средства и допустимого максимального размера куска для приемного отверстия дробилки.

Соответственно по вскрыше для экскаваторов с емкостью ковша 2 м³ принимается ≤ 700 мм, для экскаваторов с емкостью ковша более 5 м³ принимается ≤ 1200 мм, по минеральному сырью ≤ 350 мм (по условию размера решетки дробильного оборудования).

Хранение взрывчатых материалов (ВМ) в период развития горных работ предусматривается на постоянном расходном складе компании-подрядчика, далее по мере увеличения объемов выемки горной массы предполагается строительство завода эмульсионных взрывчатых веществ и постоянного расходного склада на промышленной площадке Удерейского месторождения.

Доставка ВМ с расходного склада осуществляется специализированным автомобильным транспортом.

Взрывные работы предусматривается проводить 2 раза в неделю. Максимальный объем взрываемого блока составляет 70 тыс.м³.

Применяемые взрывчатые вещества и средства инициирования. Проектом предусмотрено применение эмульсионных ВВ собственного производства и гранулированных, и эмульсионных ВВ промышленного производства. Для взрывания необводненных пород определено применение взрывчатых НПГМ и

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

граммонита 79/21, обводненных пород – НПГМ, эмульсолита П-А-20 и гранулотола.

Для формирования скважин заоткоски предусмотрено применение патронированного аммонита №6ЖВ.

Из средств инициирования проектом предусмотрено инициирование скважинных зарядов с помощью неэлектрической системы «Искра» и ДШЭ-12. В качестве промежуточных детонаторов: шашки-детонаторы Т-400Г, ТГФ-850Ф, ТГ-П850.

Дробление негабарита предусматривается накладными зарядами.

При подходе к предельному контуру карьера следует применять специальную технологию ведения БВР, обеспечивающую сохранность берм и откосов уступов.

Классификация горных пород по удельным расходам ВВ

В зависимости от крепости, трещиноватости и прочих параметров, все горные породы в карьере распределены на категории по взрываемости.

Каждой категории пород по взрываемости соответствует определённая величина удельного расхода ВВ на рыхление 1 м³.

В таблице 1.4 приведены величины удельных расходов эмульсионных и гранулированных ВВ. Удельные расходы ВВ приведены с учетом повышающих коэффициентов $K_p=1,25$ для НПГМ и эмульсолита П-А-20. [2]

Таблица 1.4 - Классификация разрабатываемых пород

Наименование	Коэффициент крепости пород по Прогодяконову	Категория по буримости	Удельный расход		Сменная производительность буровых станков, п.м/см	
			Граммонит 79/21, гранулотола	НПГМ, Эмульсолит П-А-20	90°	75°
			кг/м ³	кг/м ³		
Хлорит серицитовые, полосчатые сланцы	5-6	V-VI	0.450	0.560	200	180
Хлорит-серицитовые, полосчатые сланцы	7-8	VII-VIII	0.560	0.700	180	160
Глинистые скальные сланцы	9-10	IX-X	0.720	0.9	150	130
Глинистые скальные сланцы	11-12	XI-XII	0.850	1.06	120	100

1.4.2 Рыхление пород вертикальными скважинами

Параметры БВР при взрывании пород вертикальными скважинными зарядами представлены в таблице 1.5. Проектом также предусматривается в отдельных случаях рыхление наклонными скважинами.

Согласно ФНПБ буровой станок должен быть установлен на спланированной площадке уступа, вне призмы обрушения, и при бурении скважин первого ряда расположен так, чтобы гусеницы станка находились от бровки уступа на расстоянии не менее 2,0 м.

В проекте принимается наибольшее значение ЛСПП, полученное по требованиям ФНПБ и рассчитанных ниже значений.

Конструкция скважинных зарядов может быть различной, как сплошной, так рассредоточенной, в зависимости от гидрогеологических условий, приведена на рисунке 7. [2]

Таблица 1.5 - Параметры БВР при взрывании вертикальных скважин диаметром 250 мм

H _y	W	Сетка скважин		I пр.	L _с	q	Q _{св.1}	Q _{св.}	P	L _{з.}	L _{заб.}	Выход горной массы	Ширина развала от первого ряда
		a	b										
м	м	м	м	м	м	г/м ³	г	г	г/м	м	м	м ³ /м	м
Граммонит 79/21, гранулол													
породы II категории по взрываемости													
5	6.1	6.3	6.3	1.5	6.5	0.45	87	89	44.2	2.0	4.5	30.5	12.4
10	7.7	8.0	8.0	1.9	11.9	0.45	278	288	44.2	6.5	5.4	53.8	19.8
породы III категории по взрываемости													
5	6.0	6.2	6.2	1.8	6.8	0.56	104	108	44.2	2.4	4.4	28.3	15.3
10	7.2	7.5	7.5	2.1	12.1	0.56	304	315	44.2	7.1	5.0	46.5	23.8
породы IV категории по взрываемости													
5	5.7	5.9	5.9	2.0	7.0	0.72	122	125	44.2	2.8	4.2	24.9	19.3
10	6.7	6.9	6.9	2.4	12.4	0.72	334	343	44.2	7.8	4.6	38.4	29.5
минеральное сырье IV категории по взрываемости													
5	5.5	5.6	5.6	2.0	7.0	0.85	130	133	44.2	3.0	4.0	22.4	22.2
10	6.3	6.5	6.5	2.4	12.4	0.85	349	359	44.2	8.1	4.3	34.1	33.8
НПГМ, эмульсолит П-А-20													
породы III категории по взрываемости													
5	6.5	6.8	6.8	2.0	7.0	0.56	124	129	56.4	2.3	4.7	33.0	16.0
10	8.1	8.5	8.5	2.5	12.5	0.56	384	405	56.4	7.2	5.3	57.8	25.1
породы IV категории по взрываемости													

5	6.4	6.8	6.8	2.4	7.4	0.7	153	162	56.4	2.9	4.5	31.2	19.8
10	7.6	8.0	8.0	2.8	12.8	0.7	424	448	56.4	7.9	4.9	50.0	30.5
породы V категории по взрываемости													
5	6.2	6.5	6.5	2.7	7.7	0.9	181	190	56.4	3.4	4.3	27.4	25.0
10	7.0	7.4	7.4	3.1	13.1	0.9	467	493	56.4	8.7	4.4	41.8	37.7

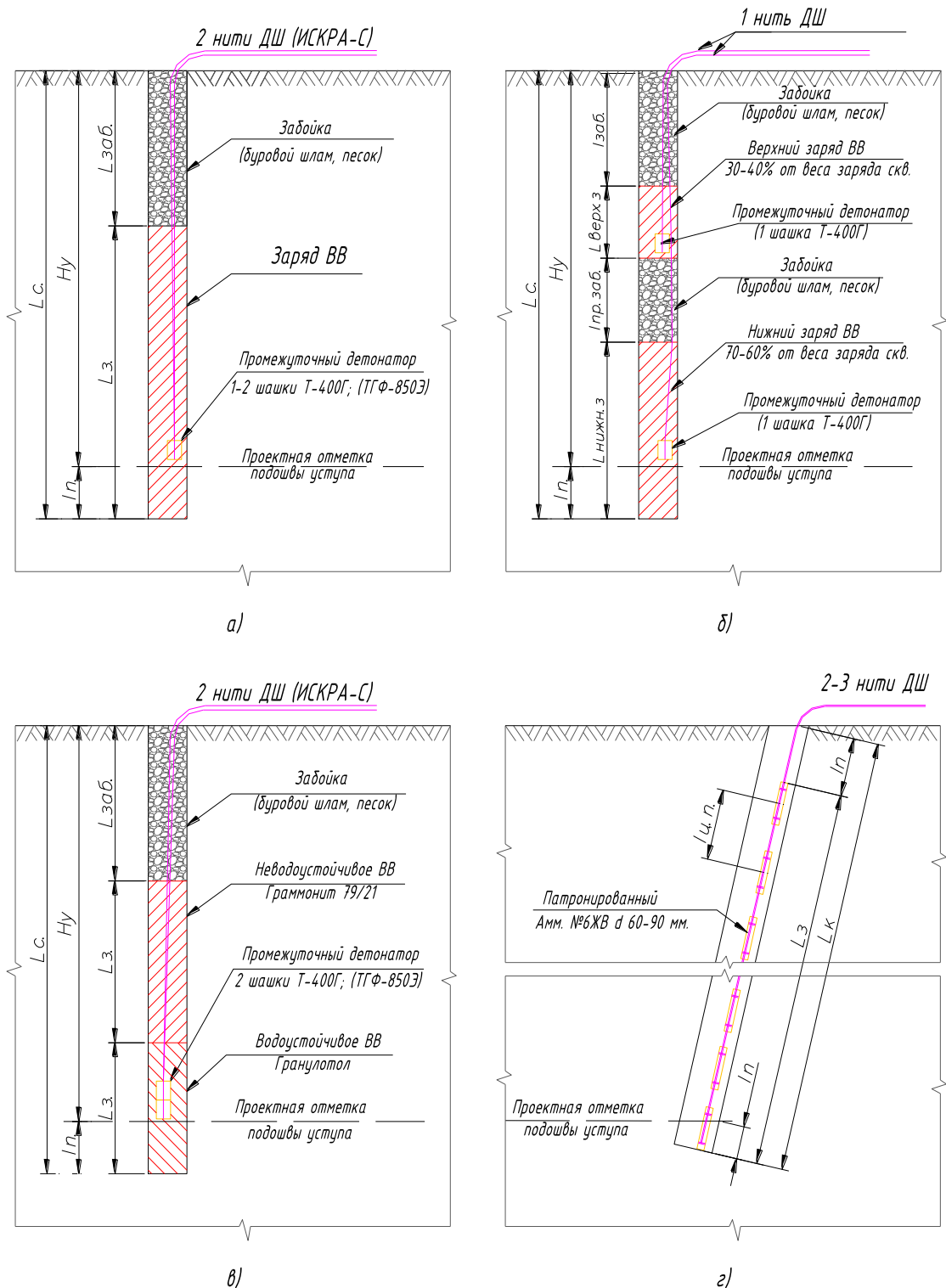


Рисунок 1.7 - Конструкция скважинных зарядов - а) сплошной колонковый заряд (применяется в вертикальных и наклонных скважинах); б) рассредоточенный

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

заряд (сухие вертикальные скважины); в) комбинированный заряд - для частично обводненных скважин (столб воды менее 3 м); г) патронированный заряд в контурных скважинах

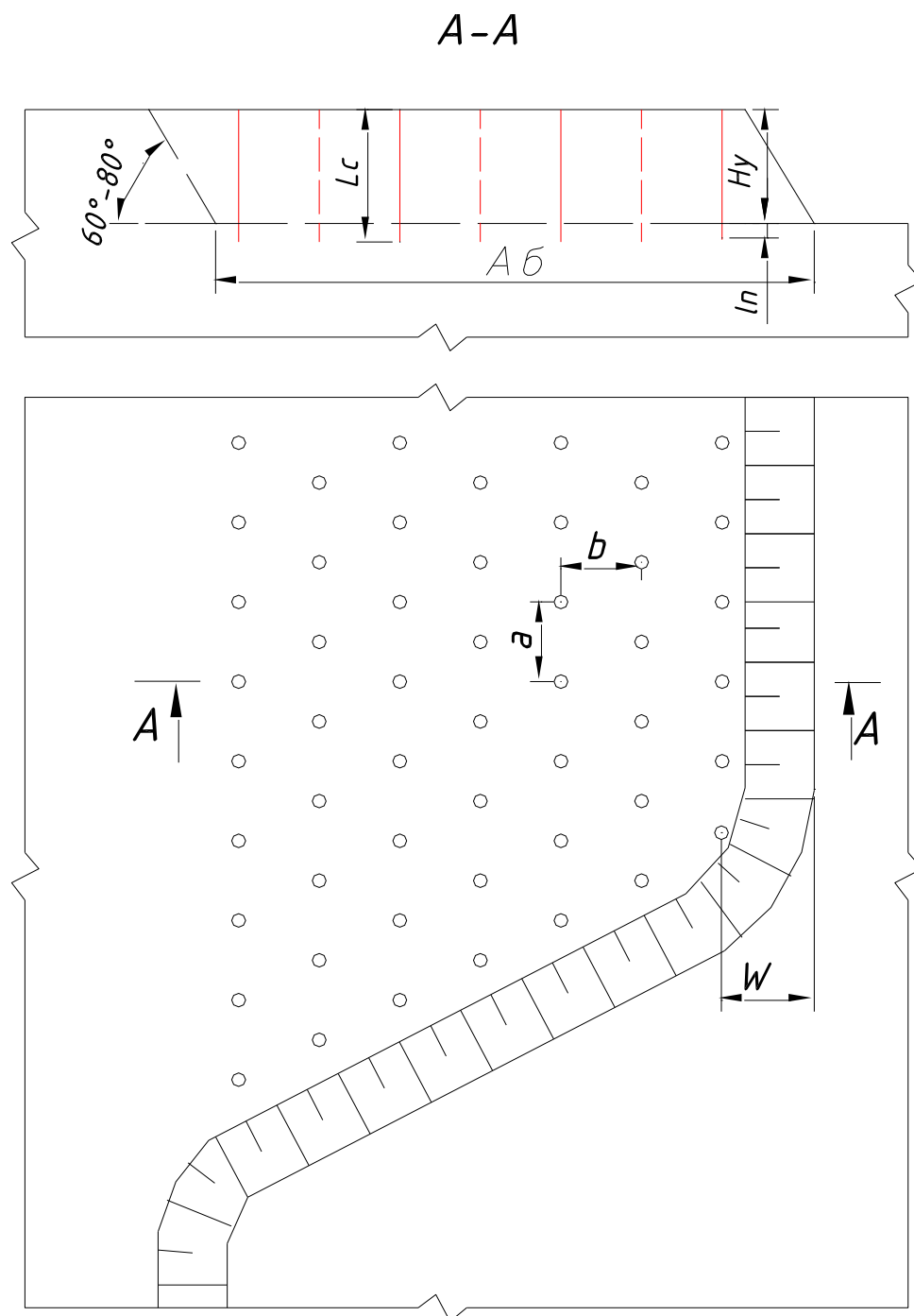


Рисунок 1.8 - Схема расположения скважин на блоке при шахматной сетке ($a > b$)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

24

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

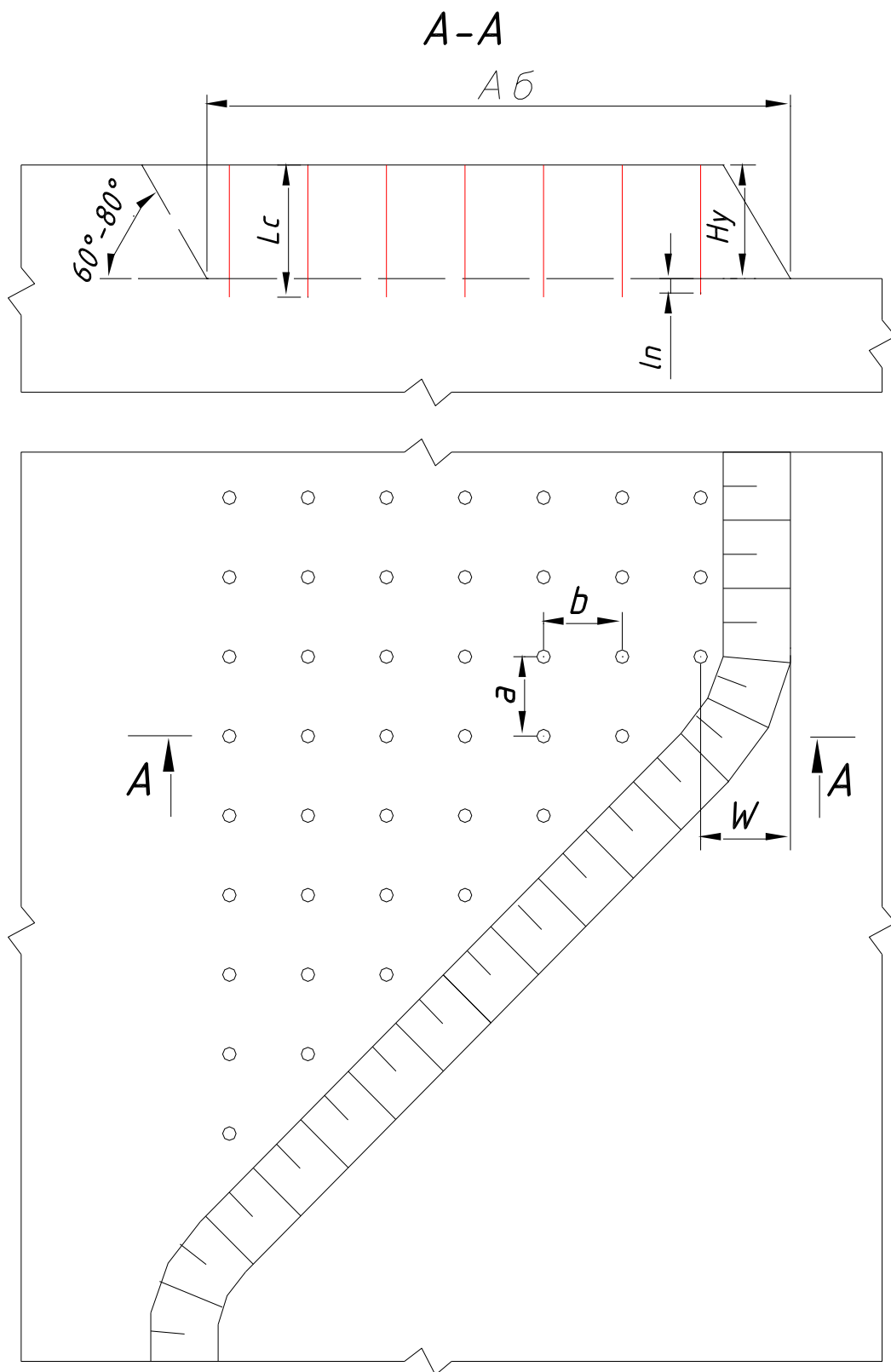


Рисунок 1.9 - Схема расположения скважин на блоке при квадратной сетке (a=b)

1.4.3 Схемы монтажа взрывных сетей

						Лист
					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В зависимости от требуемого качества дробления горной массы, направления перемещения горной массы при взрыве, требуемой ширины развала применяются несколько разновидностей схем многорядного короткозамедленного взрывания.

Схемы монтажа взрывных сетей при взрывании ДШ

Типовые принципиальные схемы монтажа взрывных сетей при взрывании с использованием ДШ приведены на рисунках 1.10– 1.17. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** [2]

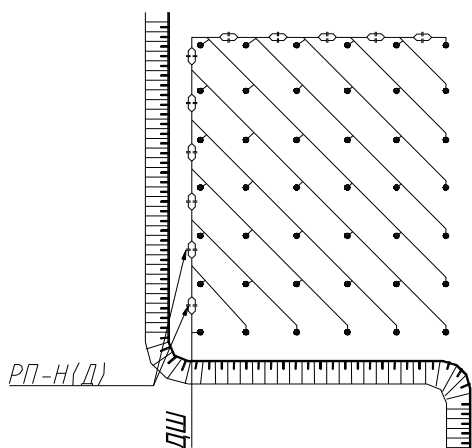


Рисунок 1.10 - «Диагональная» схема взрывания при монтаже ДШ внакладку или «морским узлом»

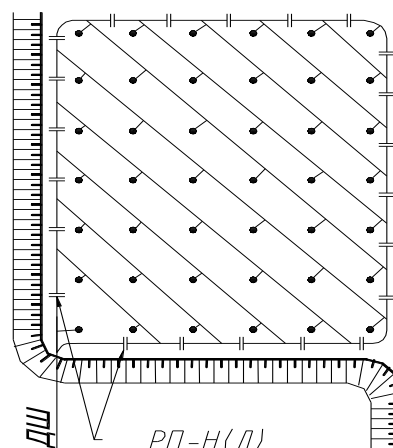


Рисунок 1.11 - «Диагональная» схема взрывания при монтаже ДШ «морским узлом»

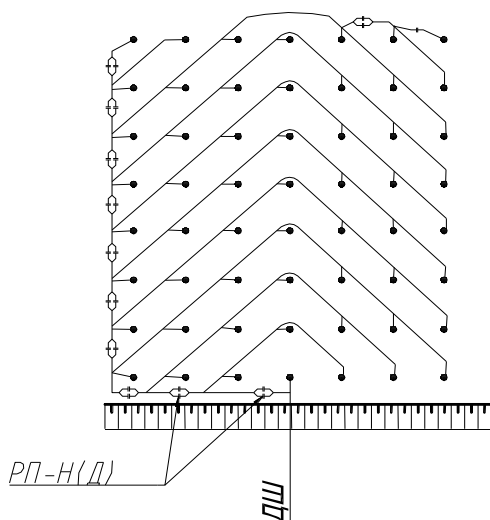


Рисунок 1.12 - Схема взрывания «клиновой вруб» при монтаже ДШ внакладку или «морским узлом»

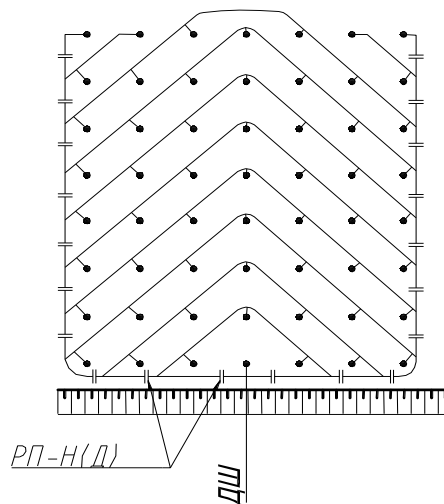


Рисунок 1.13- Схема взрывания «клиновой вруб» при монтаже ДШ «морским узлом»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

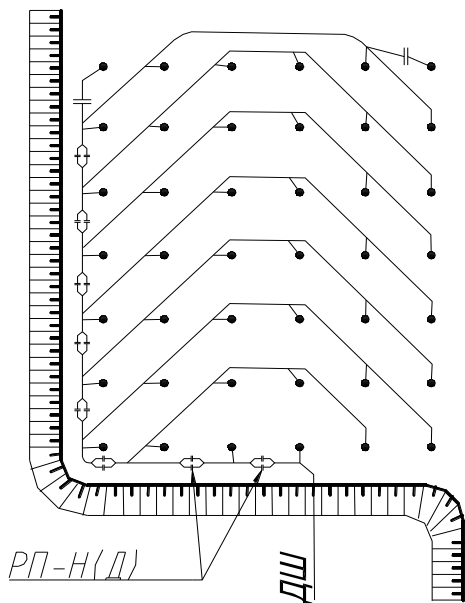


Рисунок 1.14 - Схема взрывания «трапецеидальный вруб» при монтаже ДШ внакладку или «морским узлом»

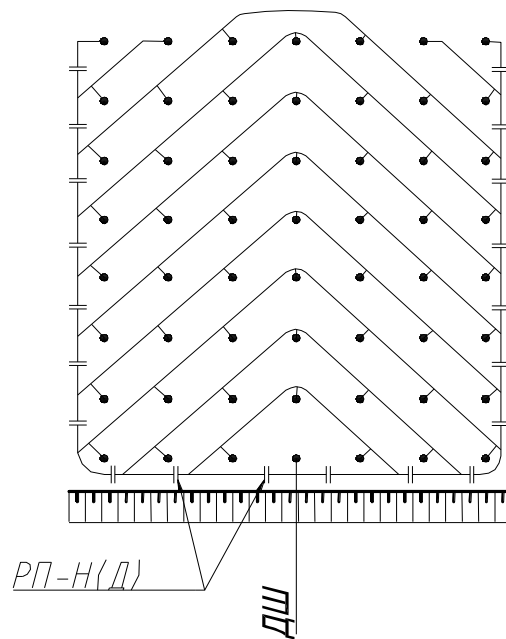


Рисунок 1.15 - Схема взрывания «трапецеидальный вруб» при монтаже ДШ «морским узлом»

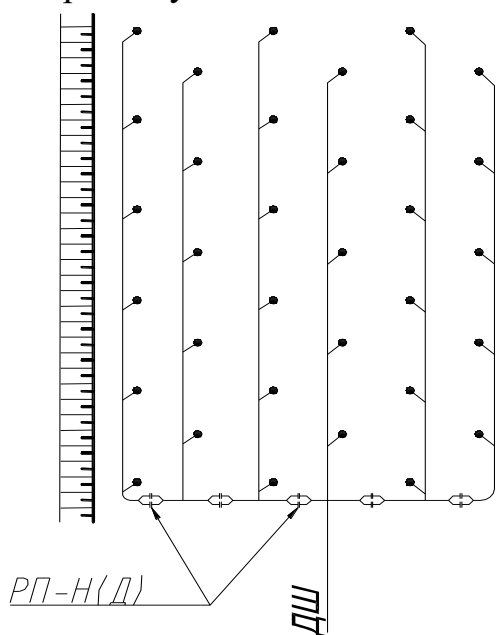


Рисунок 1.16 - Порядная схема взрывания с центральным врубом при монтаже ДШ в накладку или «морским узлом»

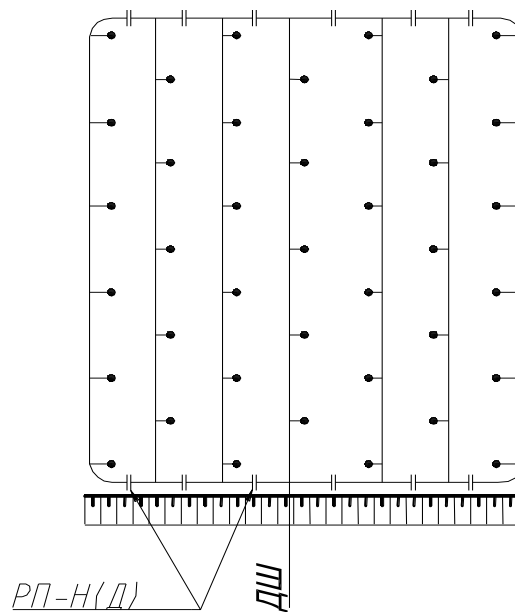


Рисунок 1.17 - Порядная схема взрывания с центральным врубом при монтаже ДШ «морским узлом»

«Диагональные» схемы взрывания (рисунки 1.10 и 1.11) применяются, в основном, для рыхления вскрышных пород 3÷4 категорий по взрываемости.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Схемы взрывания «клиновой вруб» (рисунки 1.12 и 1.13) и «трапециидальный вруб» (рисунки 1.14 и 1.15) применяются: для рыхления вскрышных пород 4 категорий по взрываемости и минерального сырья; для сокращения ширины развала взорванной горной массы; при взрывании траншей и съездов.

Порядные схемы взрывания с центральным врубом (рисунки 1.16 и 1.17) применяются при рыхлении мёрзлой корки, когда требуется сократить ширину развала горной массы, а также могут применяться при взрывании траншей, котлованов под зумпфы насосных станций водоотлива и т.д.

Порядные схемы взрывания применяются, в основном, при рыхлении мёрзлой корки на рыхлых вскрышных породах.

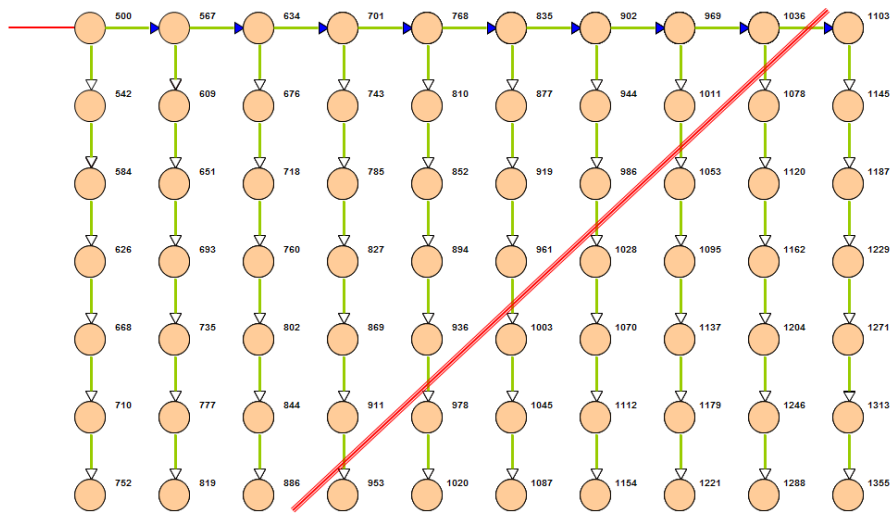
Схемы монтажа взрывных сетей при взрывании с системой инициирования ИСКРА

При взрывании с использованием неэлектрической системы инициирования ИСКРА планируется применять «классические» (скважинная и поверхностная сети выполнены, соответственно, из ИСКРА-С и ИСКРА-П) или «комбинированные» (скважинная и поверхностная сети выполнены, соответственно, из ИСКРА-С и детонирующего шнура) схемы монтажа взрывных сетей.

«Классические» схемы монтажа взрывных сетей (рисунки 1.18 и 1.19) при взрывании скважинных зарядов ВВ, позволяют:

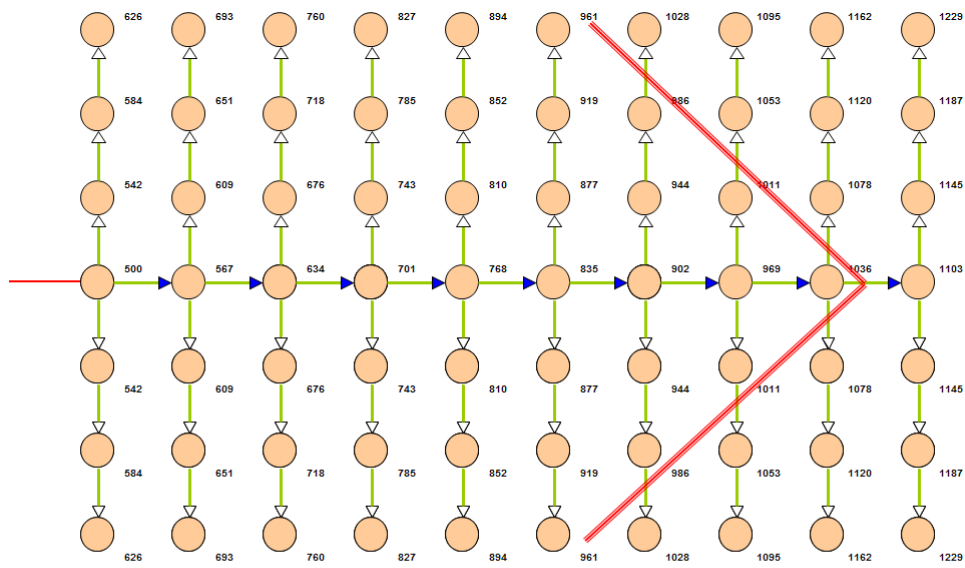
- исключить подбой поверхностной взрывной сети;
- снизить сейсмическое воздействие на здания и сооружения.

«Комбинированные» схемы монтажа взрывных сетей (рисунок 1.14) при взрывании скважинных зарядов ВВ, позволяет исключить подбой поверхностной взрывной сети.



- Условные обозначения:
- Скважинный заряд с внутрискважинным замедлением 300-500 мс.
 - Устройство ИСКРА-П с замедлением 42 мс
 - Устройство ИСКРА-П с замедлением 67 мс
 - Границы распространения инициирующего импульса по поверхностной взрывной сети к моменту инициирования первой скважины.
- 542 Время инициирования скважинного заряда с момента инициирования взрывной сети, мс

Рисунок 1.18 - Диагональная схема монтажа взрывной сети «классическим» способом



- Условные обозначения:
- Скважинный заряд с внутрискважинным замедлением 300-500 мс.
 - Устройство ИСКРА-П с замедлением 42 мс
 - Устройство ИСКРА-П с замедлением 67 мс
 - Границы распространения инициирующего импульса по поверхностной взрывной сети к моменту инициирования первой скважины.
- 542 Время инициирования скважинного заряда с момента инициирования взрывной сети, мс

Рисунок 1.19 - Схема монтажа взрывной сети «клиновой вруб» «классическим» способом

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

30

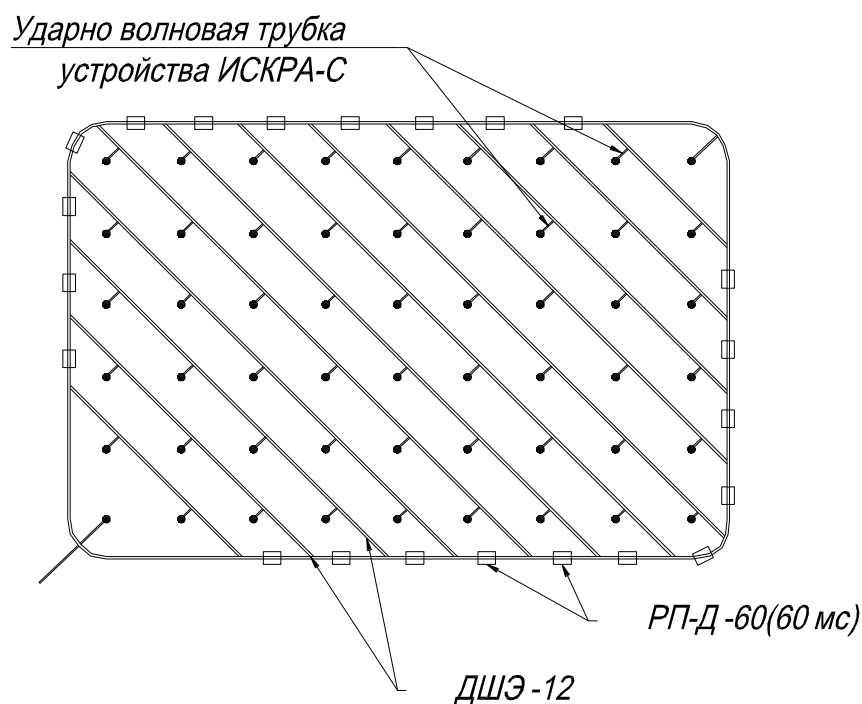


Рисунок 1.20 - Комбинированная диагональная схема монтажа взрывной сети «классическим» способом

1.5 Выемочно-погрузочные работы

Система разработки, принятая для карьера, разрабатывающего месторождение Удерейское, характеризуется как транспортная, с углубкой карьера в направлении падения рудных тел, с продольными и поперечными экскаваторными заходками, горизонтальными уступами, с размещением отвалов вскрышных пород за внешним контуром карьера. Вывозка пород осуществляется автомобильным транспортом.

Элементы системы разработки определены в соответствии [5] с требованиями, с учетом физико-механических свойств обрабатываемых пород.

Высота уступов на очистных и вскрышных работах принимается 10 м, с возможностью разделения на подуступы, что соответствует требованиям ФНПБ, для экскаваторов ЭКГ-10, РС-1250, РС-750, РС-400 и РС-300. Минимальная мощность рудных тел и прослоев пустых пород составляет 3 м. Углы откосов рабочих и нерабочих уступов приняты в зависимости от физико-механических свойств пород, гидрогеологии и тектонических условий.

Размещение экскаваторов в рабочей зоне определено в соответствии с ВНТП 35-86. Минимальная длина активного фронта работ составляет для экскаватора РС-1250 – 500 метров, для экскаватора ЭКГ-10 – 700 метров.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

При ведении горных работ расстояние по горизонтам между буровыми станками, расположенными на двух смежных по вертикали уступах, должно составлять не менее 20 м, между экскаваторами – не менее 2-кратной величины наибольших радиусов черпания.

Ширина предохранительных берм периодической механизированной очистки принимается 7, 10 и 12 м, и регламентируется из условия обеспечения устойчивости бортов карьера. Для обеспечения безопасного ведения горных работ на нижних горизонтах проектом предусмотрено формирование на гор.+330м и гор.+270 улавливающей бермы, шириной 20м.

В инженерно-геологическом отношении район работ расположен на территории Енисейского денудационного грядово-сопочного и плосковершинного низкогорья – инженерно-геологической области, входящей в Енисейский регион. Абсолютные отметки местности колеблются от 370 м в долинах до 510-560 м на водоразделах. Отдельные возвышенности (г. Березовая) имеют абсолютные отметки до 650 м.

Относительные превышения водоразделов над долинами 150-200 м. Крутизна склонов 10-15°, редко до 20-25.

Ниже залегает однообразная толща переслаивающихся хлорит-серицитовых сланцев удерейской свиты серых полосчатых алевропелитовых верхнепротерозойского возраста.

Физико-механические свойства и классификация пород рудовмещающей толщи месторождения по трудности разработки характеризуются значениями, представленными в таблице 1.4. Полезное ископаемое и скальные, полускальные вскрышные породы представлены преимущественно породами средней крепости, в меньшей степени - крепкими. Отработка их возможна прямой экскавацией после предварительного разрыхления буровзрывным способом. [3]

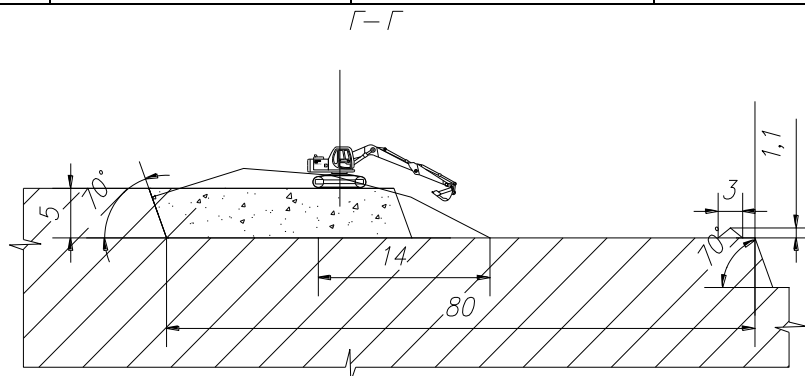
Таблица 1.6 - Геотехническая характеристика пород и классификация их по трудности разработки

Порода	В естественном состоянии		Коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконова	Категория грунтов по трудности экскавации	Группа пород по буримости
	влажность, %	плотность, т/м ³			
Рыхлые породы	0,2	2,00	1-2	2	-
Хлорит-серицитовые, полосчатые сланцы	0,05	2,72	5-8	3	5-8
Глинистые скальные сланцы	5-9	2,72	8-12	4	8-12

Транспортирование горной массы предусматривается выполнять автосамосвалами типа БелАЗ-7555, параметры которых приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 - Параметры транспортных средств

Марка транспортного средства	Грузоподъемность, тонн	Габаритные размеры, LxВxН м.	Колёсная формула	Высота глаз водителя, м
БелАЗ-7555	55	8,89x5,30x4,56	4x2	3,2



Полоса от проезжей части до развала $C=4$ м

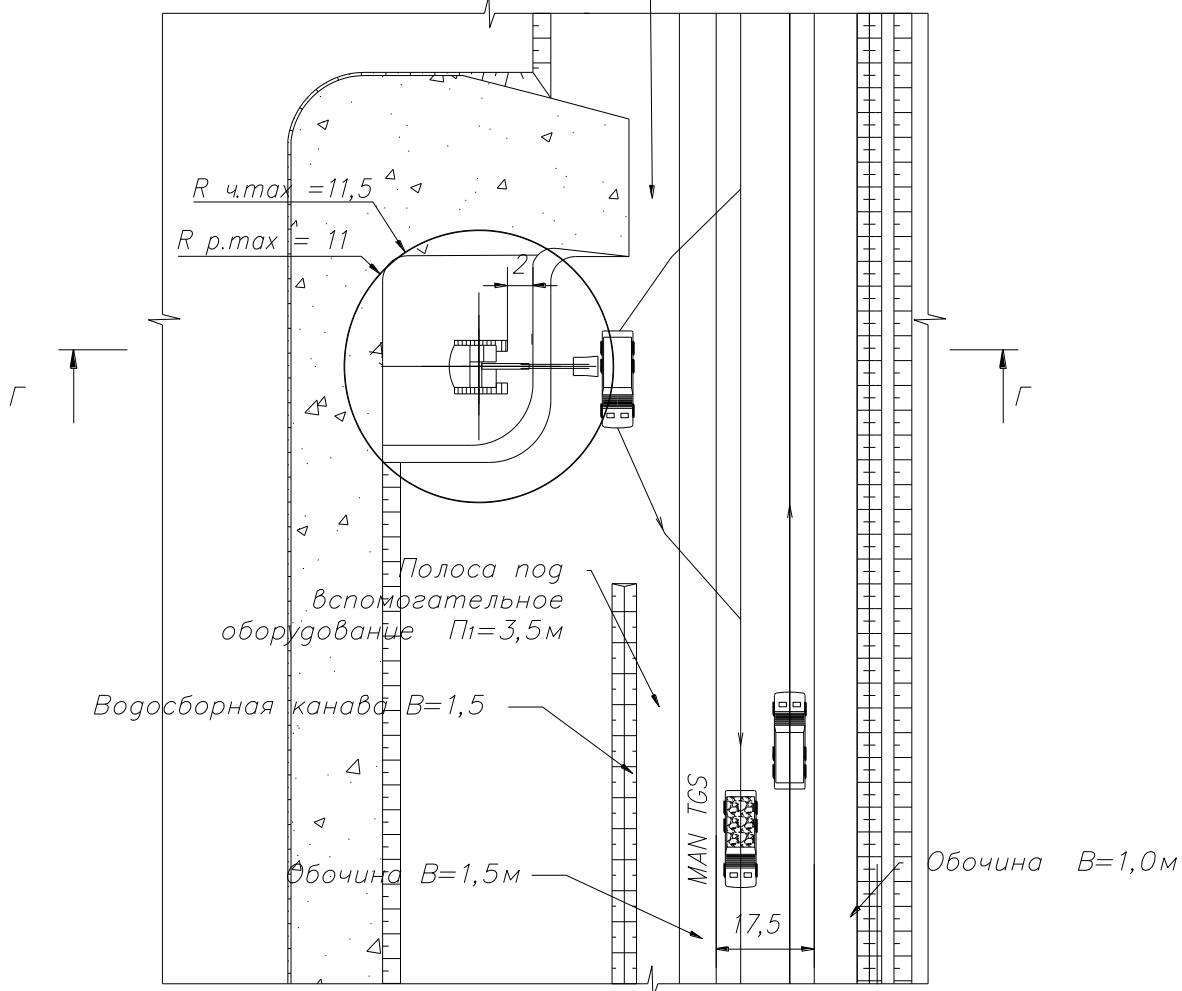


Рисунок 1.21 - Типовая технологическая схема ведения горных работ с применением БВР со сквозной схемой движения экскаватором РС-400 с погрузкой в MAN TGS

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

33

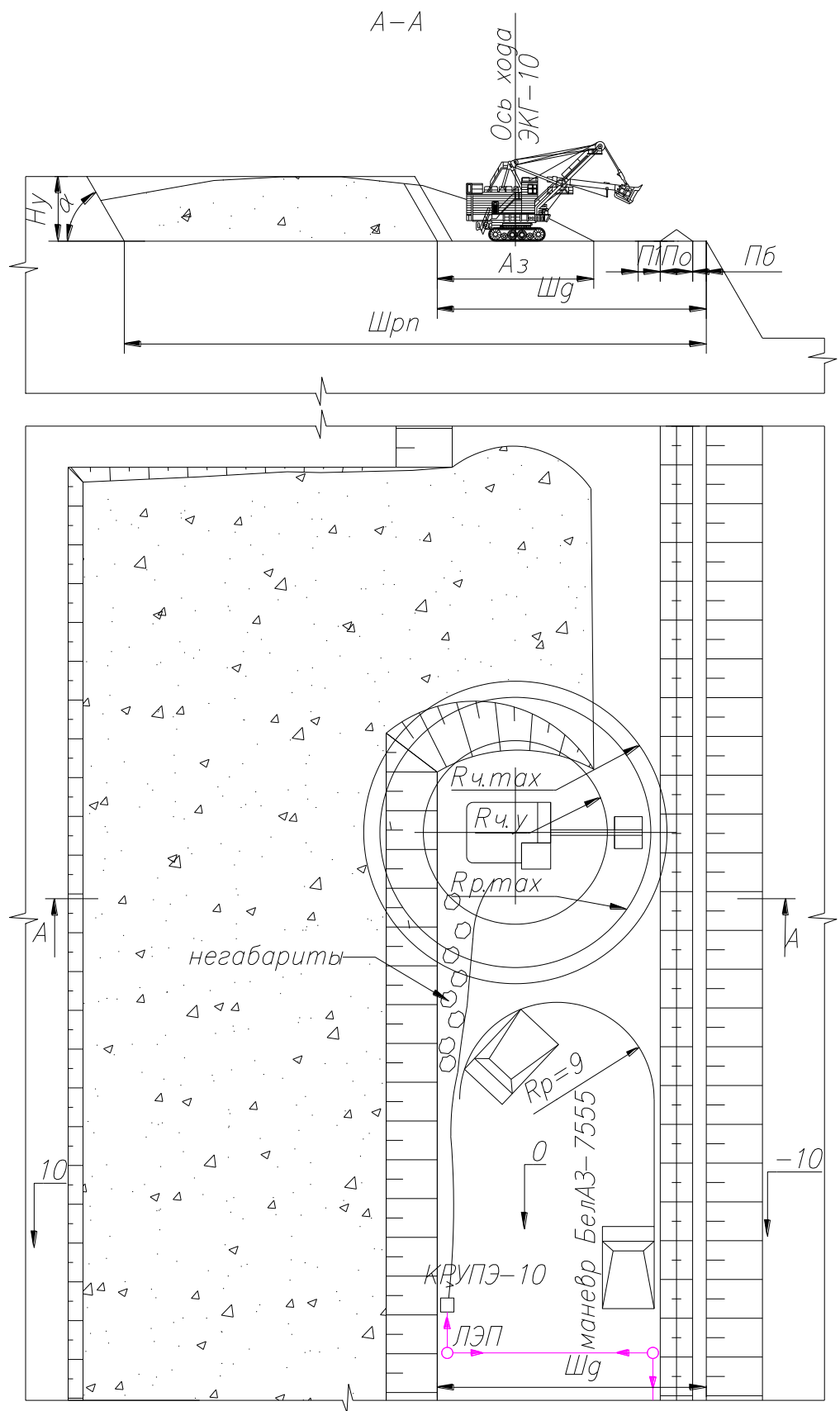


Рисунок 1.22 - Типовая технологическая схема ведения горных работ с применением БВР с тупиковой схемой движения экскаватором ЭКГ-10 с погрузкой в БелАЗ-7555

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

34

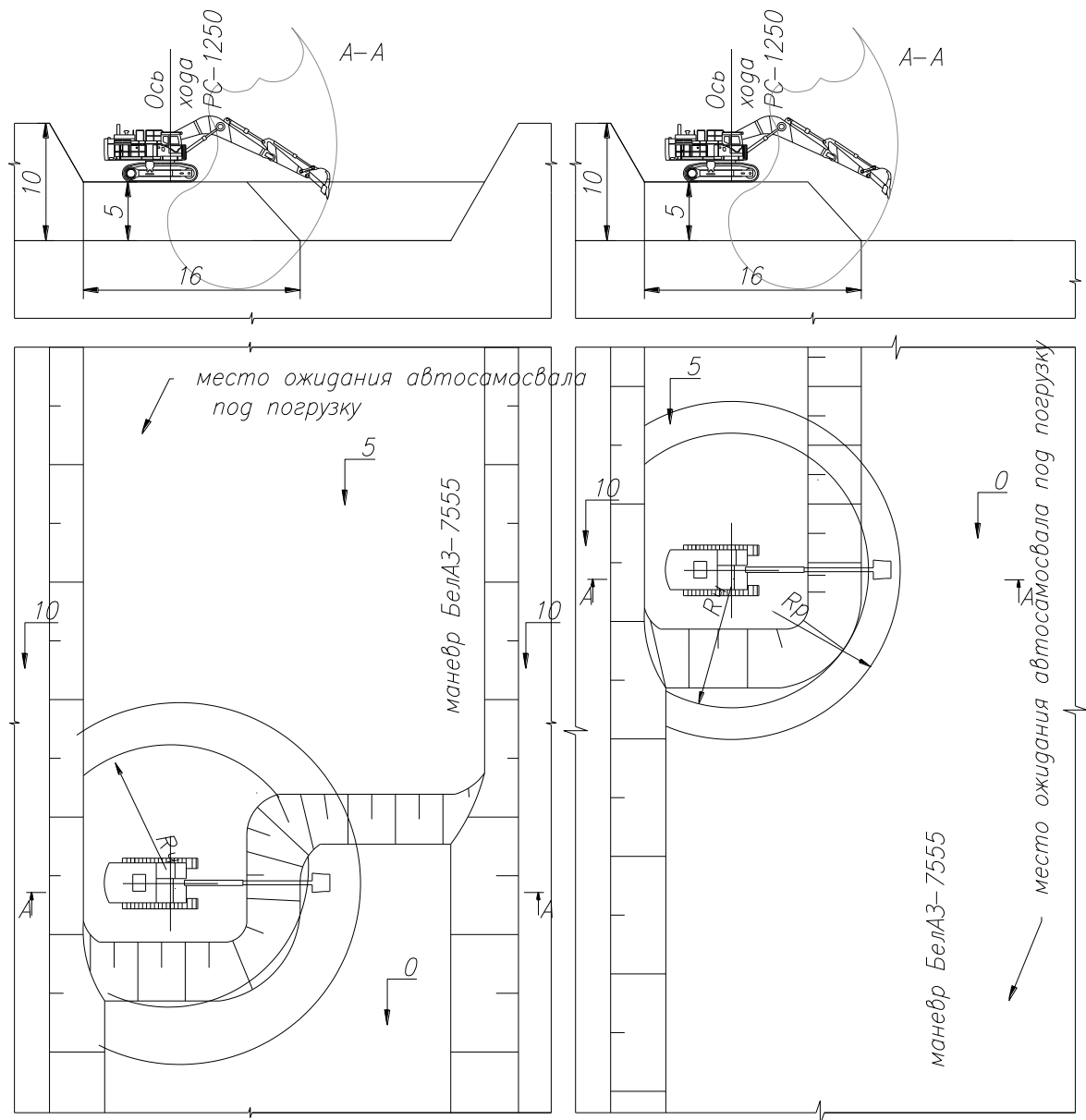


Рисунок 1.23 - Типовая технологическая схема отработки забоя с разделением на подступы с применением БВР экскаватором PC-1250 с погрузкой в БелАЗ-7555

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

35

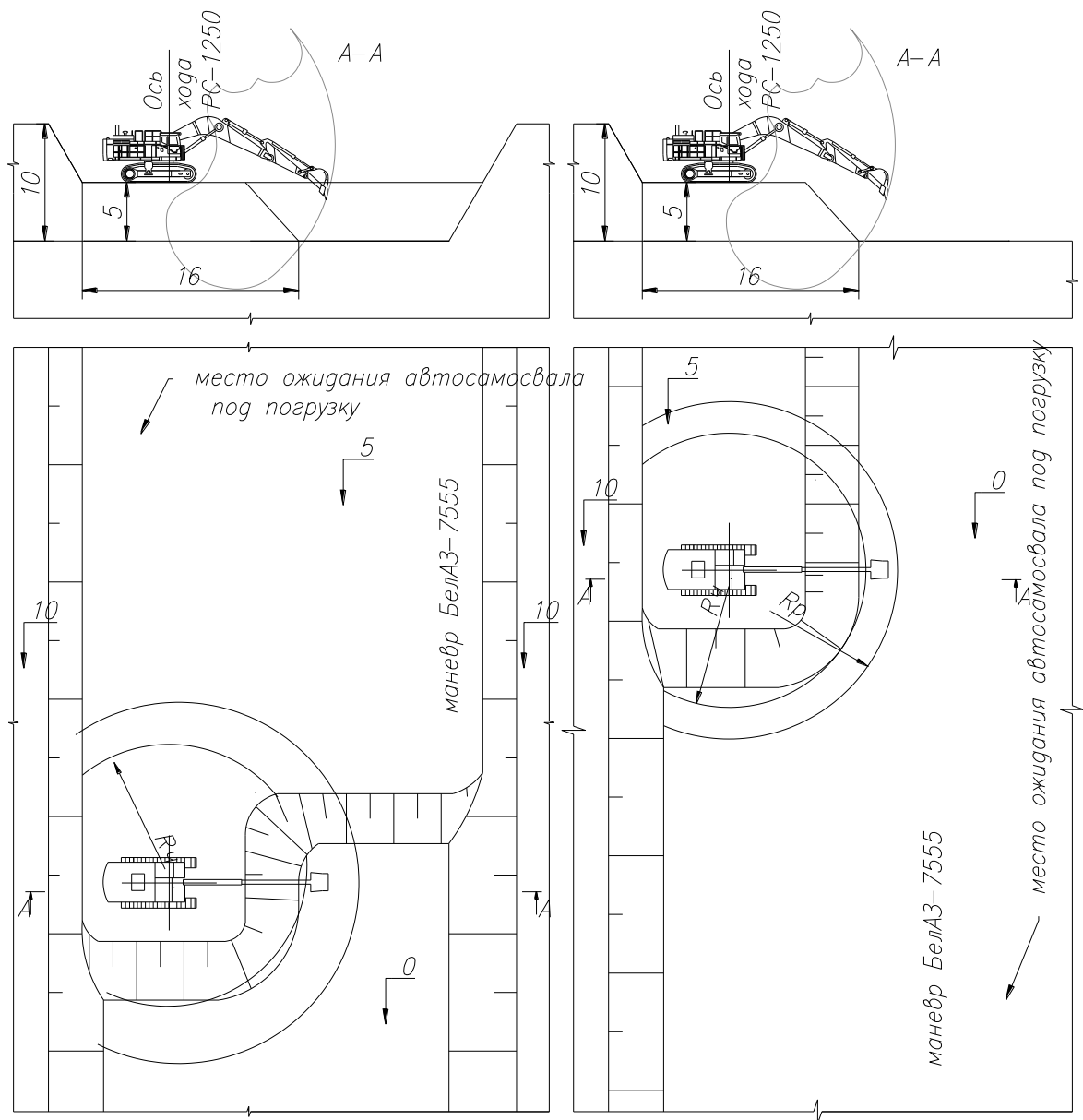


Рисунок 1.24 - Типовая технологическая схема обработки забоя с разделением на подступы с применением БВР экскаватором РС-1250 с погрузкой в БелАЗ-7555

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

36

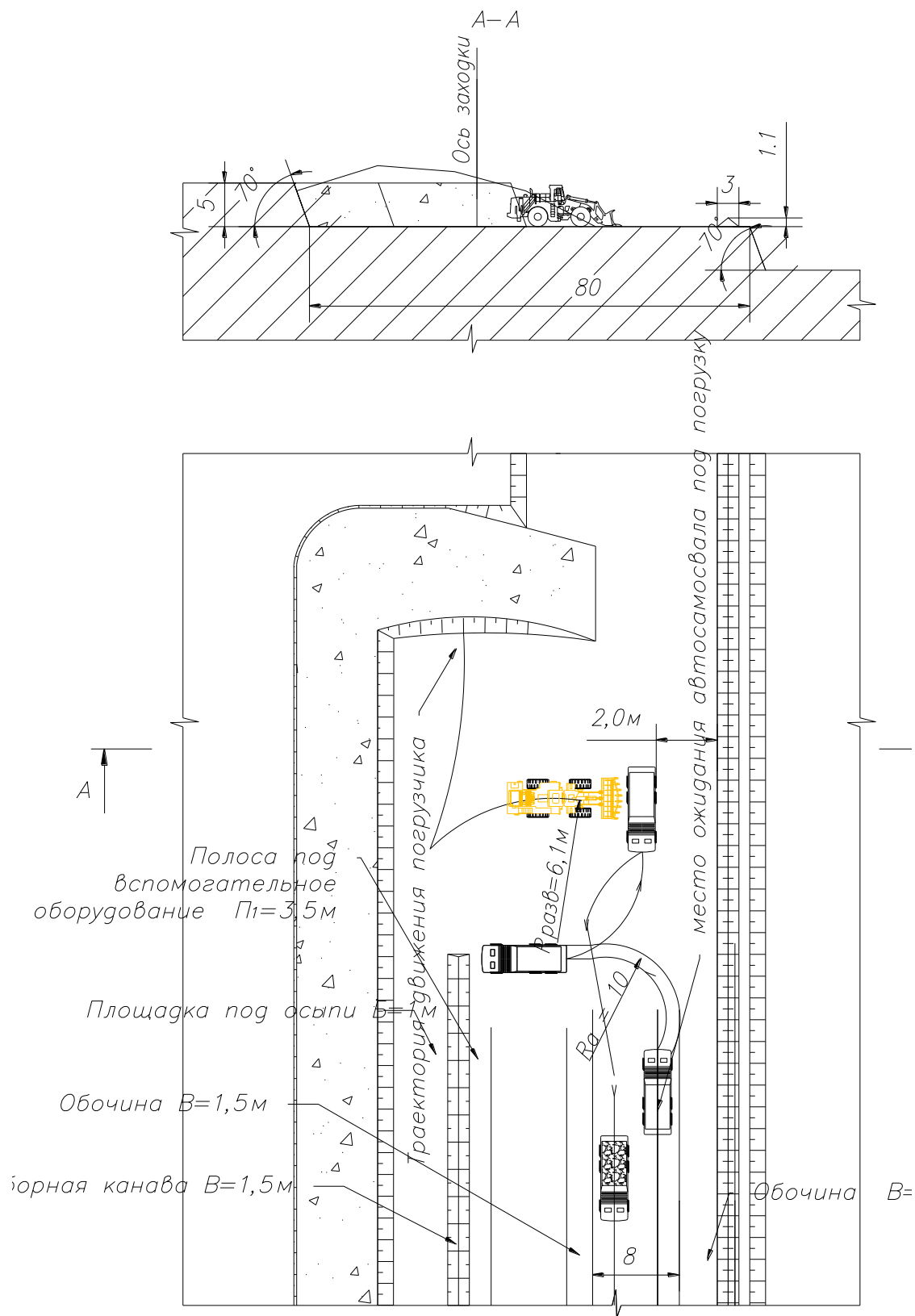


Рисунок 1.25 - Типовая технологическая схема отработки забоя погрузчиком WA-500 с погрузкой в MAN TGS

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

37

Ширина площадок может изменяться, в зависимости от ширины развала горной массы и схем движения транспорта (продольными или поперечными заходками, фронтальными забоями со сквозным или тупиковым движением транспорта). [50]

1.6 Отвалообразование

Выбор схемы развития отвалов произведен с учетом минимального изъятия земель из лесного фонда, соблюдения установленных размеров санитарно-защитных зон, водотоков, розы ветров, направления рекультивации. Площадь, используемая под отвалы, по данным геологоразведки, запасов не имеет. [50]

Складирование вскрышных пород карьера производится в отвалы «Северный», «Восточный», «Южный», «Юго-Западный», «Северо-Восточный» и «Западный». Отвалы отсыпается с высотой яруса 20 м. Обязательным условием, обеспечивающим устойчивость многоярусного отвала, является распределение по высоте и порядок складирования вскрышных пород в зависимости от физико-механических свойств пород, складироваемых в отвал. Основание отвала имеет уклон 5-8 град. по ходу отсыпки, в связи с этим предусматривается складирование в нижние два яруса отвала скальных пород. В верхний ярус допускается совместное складирование скальной и рыхлой вскрыши, в виду незначительных объемов последней.

При формировании отвалов используется типовая технологическая схема периферийного отвалообразования с использованием бульдозеров, представлено на рисунке 1.26.

В качестве бульдозерного оборудования предусмотрено применение бульдозеров типа Komatsu D-275A, 155A, WD-600.

Параметры бульдозерных отвалов приведены в таблице 1.8.

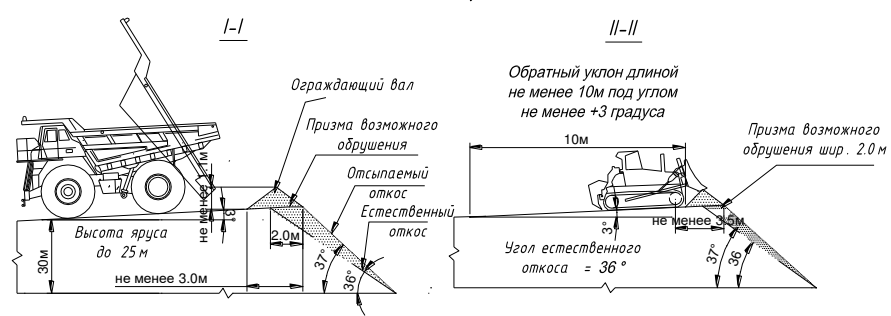
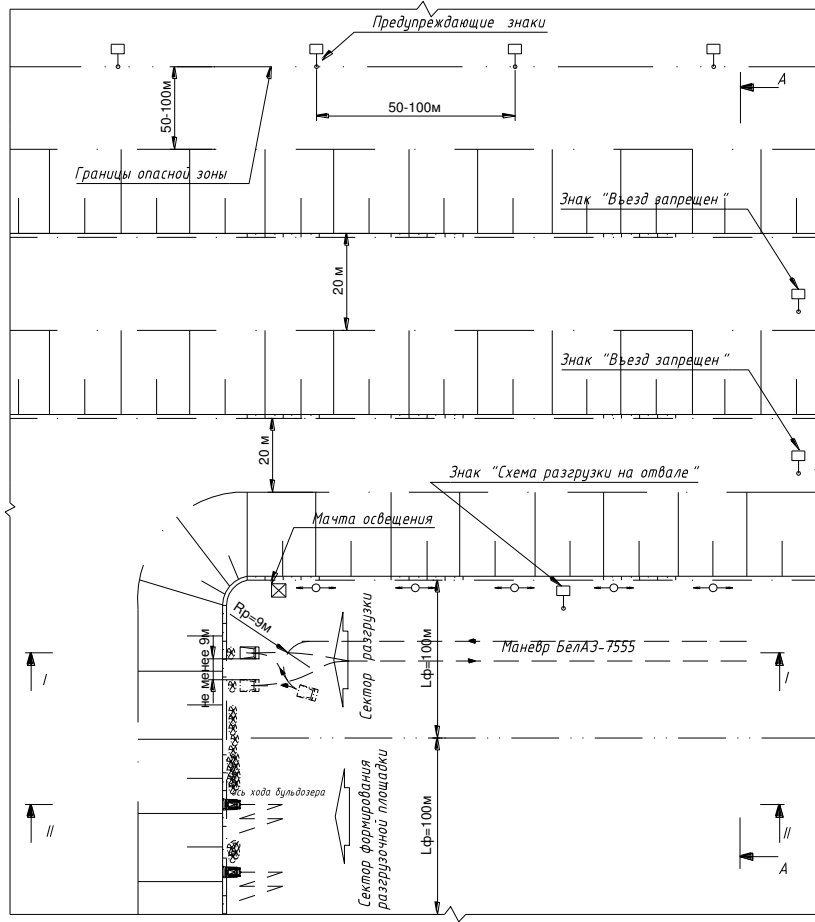
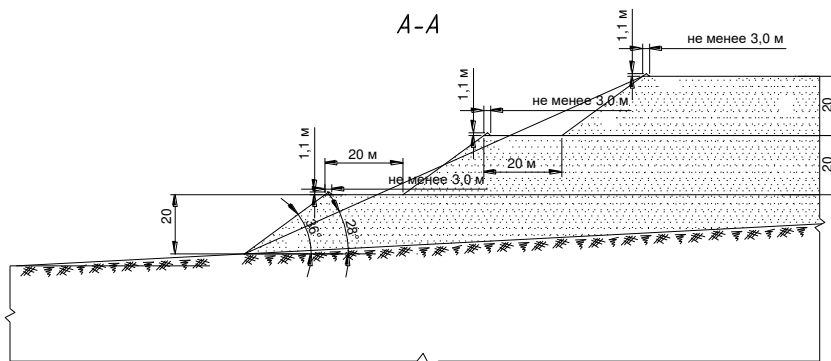
					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Таблица 1.8 - Параметры отвалов и складов

Параметры	Отвал «Северный»	Отвал «Восточный»	Отвал «Юго-Западный»	Отвал «Южный»	Отвал «Северо-Восточный»	Отвал «Западный»	Склад
Общая емкость, тыс.м ³	40 932	34 692	10 673	19 124	4 782	8 540	420
Занимаемая площадь, га	123	89	44	62	24	40	15
Количество ярусов, ед.	7	7	5	5	3	4	3
Максимальная высота яруса, м	25	20	20	25	20	20	10
Высота отвала	133	127	80	105	52	80	20
Угол откоса основания отвала, град.	6-8	5-22	6-10	4-18	4-20	4-18	4-6
Угол откоса яруса, град.	36	36	36	36	36	36	36
Результирующий угол отвала, град.	23	23	24	25	28	21	36
Коэффициент разрыхления пород в отвале	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12

Проектный объем отвала пустых пород составляет около 118,7 млн. м³. Емкость отвала определена на весь объем, подлежащих складированию пород, с учетом коэффициента остаточного разрыхления 1,12. Усадка отвала составит 6%.

При формировании отвала, складских работах на буферном складе и технологических работах в карьере предусматривается применение бульдозеров Komatsu D-275A, 155A, WD-600.



Зависимость величины призмы возможного обрушения от высоты яруса отвала

Высота яруса, м	10	20	25
Призма возможного обрушения, м	0,5	1,0	1,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

2 Механическое оборудование карьеров

Для создания наилучших условий использования средств механизации технологических процессов на открытых горных работах применяют различные способы подготовки горных пород к выемке: механический, гидравлический, физический, химический, комбинированный и взрывной. Выбор способа подготовки горных пород к выемке зависит, прежде всего, от вида, агрегатного состояния и свойств пород в массиве, мощности предприятия, наличия технических средств. Выемка мягких, песчаных и естественно мелко разрушенных пород успешно производится всеми видами выемочно-погрузочного оборудования. При этом подготовка совмещена с выемкой и теми же средствами механизации.

Выемка плотных пород также может осуществляться непосредственно из массива выемочными машинами с повышенным усилием копания.

Скальные и полускальные породы подготавливают к выемке взрывным способом, как наиболее эффективным и универсальным. Процессами подготовки в этом случае являются бурение и взрывание.

В настоящее время при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом в основном применяют буровые станки вращательного (шнекового) бурения, шарошечные, ударно-вращательные, комбинированные, а в особых случаях (при глубине скважины более 50м) в крепких породах станки ударно-канатного бурения.

В соответствии со стратегией освоения развития сырьевого ресурса на месторождении Удерейское, утвержденное исполнительным директором ООО «Новоангарский обогатительный комбинат», освоение месторождения предусмотрено в 2 этапа:

- на первом этапе освоения месторождения (2018-2022 годы) предусматривается извлечение минерального сырья из недр в объеме 500 тыс. т./год и последующей продажей добытого полезного ископаемого ООО «Боголюбовское»;

- на втором этапе освоения месторождения (2023 -2035 годы) на месторождении предусматривается извлечение из недр минерального сырья в объеме 1000 тыс. т./год, с последующей переработкой на собственных мощностях с получением золотосульфидного и золотосурьмяного концентратов, с последующей их реализацией ООО НПЦ "Электрум", Wogen Resources LTD и China Gold Trade Corporation LTD.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Участок «Центральный» и «Северо-Западный» I очередь до гор.+250м. Вскрытие поля участка принято по комбинированной схеме. Вскрывается с северной стороны с гор.+390 м до гор. + 280м внутренней капитальной траншеей со спиральной формой трассы, с гор.+280м до гор.+250м вскрывается капитальной траншеей внутреннего заложения с петлевой формой трассы. Руководящий уклон принимается 90‰. Ширина транспортной бермы принята 28,5 м. Уклон съездов – 100‰ .

Применяемые взрывчатые вещества и средства инициирования. Проектом предусмотрено применение эмульсионных ВВ собственного производства и гранулированных, и эмульсионных ВВ промышленного производства. Для взрывания необводненных пород определено применение взрывчатых НПГМ и граммонита 79/21, обводненных пород – НПГМ, эмульсолита П-А-20 и гранулозола.

Для формирования скважин заоткоски предусмотрено применение патронированного аммонита №6ЖВ.

Из средств инициирования проектом предусмотрено инициирование скважинных зарядов с помощью неэлектрической системы «Искра» и ДШЭ-12. В качестве промежуточных детонаторов: шашки-детонаторы Т-400Г, ТГФ-850Ф, ТГ-П850.

Диаметр скважины принимают с учётом обеспечения нормальной проработки подошвы уступа при данной высоте H_y и угле откоса уступа α :

$$d_{\text{скв}} = (H_y \cdot ctg\alpha + c) \cdot \sqrt{\gamma} / 30 \cdot (3 - m) \text{ м}, \quad (2.1)$$

где $\gamma = 1,8$ - плотность породы, т/м³;

$c = 3$ - минимальное допустимое расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа [4, табл. 13], м;

$m = 1$ - коэффициент сближения скважины, принимается в зависимости от трудности взрывания.

$$d_{\text{скв}} = (14 \cdot ctg60 + 3) \cdot \sqrt{1,8} / 30 \cdot (3 - 1) = 0,25 \text{ м.}$$

Исходя из рассчитанного диаметра скважины, а также заданной высоты уступа, предварительно принимаем станок– **СБШ-250МНА-32** с диаметром долота 244,5 [2, табл. 7.3].

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					

Выбираем конструкцию долота: тип – ОК; породы – твердые абразивные породы ($f=14$); исполнение шарошек – с вставными зубьями. [1, табл. 1.1]
Долото: 244,5 ОК-ПВ.

Рациональное осевое усилие P_{oc} (кН) на шарошечное долото ориентировочно можно определить по формуле:

$$P_{oc} = 10^{-2} \cdot K \cdot f \cdot d, \quad (2.2)$$

где $K = 6 - 8$ – большие значения для более крупных долот;

d – диаметр долота, мм;

f – коэффициент крепости породы.

$$P_{oc} = 10^{-2} \cdot 6 \cdot 14 \cdot 244,5 = 205 \text{ кН}$$

Расход сжатого воздуха Q определяем, принимая диаметр скважины $d_{скв}=0,269$ (с учетом расширения скважины в процессе бурения), диаметр штанги $d_{шт}=0,215$ м, скорость движения воздуха в затрубном пространстве $W_{п}=25$ м/с. Тогда:

$$Q=0.785(d_{скв}^2 \cdot d_{шт}^2)W_{п}=0,785 \cdot (0,269^2 - 0,215^2) \cdot 25 = 0,5 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.3)$$

Скорость бурения, м/ч, определяем по формуле:

$$v_{б} = \frac{18 \cdot P_{oc} \cdot \omega \cdot K_{фш}}{10^3 \cdot f \cdot d_d^2} = \frac{18 \cdot 205 \cdot 2 \cdot 3}{10^3 \cdot 14 \cdot 0,2445^2} = 26,5 \quad \text{м/ч} \quad (2.4)$$

где P_{oc} – осевая нагрузка на долото, кН;

ω – частота вращения долота [2, табл. 4], с^{-1} ;

d – диаметр долота, м;

$K_{фш}$ – коэффициент формы зубьев шарошечного долота (для типа ОК – $K_{фш} = 3$).

Крутящий момент, необходимый для вращения бурового става и шарошечного долота, рассчитываем, принимая коэффициент $K_{ск} = 0,7$, так как крепость сравнительно невысокая, и значения $\sigma_{м.б} = 700 \text{ МПа}$:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$M_{кр} = \frac{4,63 \cdot v_6 \cdot d_d^2 \cdot \sigma_{мб} \cdot K_{тр}}{K_{ск} \cdot \omega} = \frac{4,63 \cdot 26,5 \cdot 0,2445^2 \cdot 700 \cdot 1,12}{0,7 \cdot 2} = 4,1 \text{ кН} \cdot \text{м} \quad (2.5)$$

Мощность привода вращателя составляет:

$$N_{вр} = \frac{M_{кр} \cdot \omega_{вр}}{\eta_{вр}} = \frac{4,1 \cdot 12,6}{0,85} = 60,8 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

где ω - угловая скорость долота, $\omega_{вр} = 120 \text{ об/мин} = \frac{120\pi}{30} = 12,6 \text{ рад/с}$;

$\eta_{мех}$ - КПД механизма вращателя, принимают равным 0,7-0,85.

Мощность привода механизма подачи $N_{под}$, кВт:

$$N_{под} = \frac{P_{под} \cdot v_{под}}{\eta_{под}} \cdot 10^3 = \frac{205000 \cdot 0,017}{0,6} \cdot 10^3 = 5,8 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

где $P_{под}$ - усилие подачи, Н;

$v_{под}$ - скорость бурения, м/мин;

$\eta_{п}$ - КПД механизма подачи.

Мощность привода подачи при максимальных $P_{ос}$ и $v_{под}$ будет:

$$N_{под} = \frac{250000 \cdot 0,017}{0,6} \cdot 10^3 = 7 \text{ кВт}$$

Найдем инвентарный парк буровых станков по формуле

$$N_{б.с} = \frac{1,15 \cdot A_{г.м}}{\gamma \cdot \varphi \cdot П_{б.г}}$$

где $A_{г.м}$ – годовая производительность по горной массе, т;

$П_{б.г}$ – годовая производительность бурового станка, м.

$$N_{б.с.п.и} = \frac{1,15 \cdot 5000000}{3 \cdot 34 \cdot 61577} \approx 2 \text{ ед.}$$

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					

Маслостанция станка СБШ-250МНА-32 имеет поршневой насос мощностью 11 кВт для привода силовых гидромеханизмов. Таким образом, энергосиловые параметры обеспечивают бурение скважин в заданных условиях.

Для добычи полезного ископаемого предварительно принимаем экскаватор ЭКГ-5А.

Значения масс и линейных размеров конструктивных элементов экскаваторов, необходимые для определения усилий, возникающих при работе экскаватора, вычисляем по эмпирическим формулам.

Массу всего экскаватора:

$$m_{\text{экс}} = k_{\text{экс}} \cdot E = 50 \cdot 5 = 250 \text{ т.} \quad (2.8)$$

где $k_{\text{экс}}$ – коэффициент удельной массы экскаватора, численно равный отношению массы экскаватора к вместимости ковша 38-55 т/м³;

E - вместимость ковша, м³.

По величине массы экскаватора и коэффициентам k_L находим линейные размеры отдельных конструктивных элементов:

$$\text{Ширина ковша: } b_{\text{кл}} = 1,15 \sqrt[3]{E_{\text{д}}} = 1,15 \cdot \sqrt[3]{5} = 2 \text{ м} \quad (2.9)$$

$$\text{Длина ковша: } l_{\text{кл}} = 0,77 b_{\text{кл}} = 0,77 \cdot 2 = 1,5 \text{ м} \quad (2.10)$$

$$\text{Высота ковша: } h_{\text{кл}} = 0,75 b_{\text{кл}} = 0,75 \cdot 2 = 1,5 \text{ м} \quad (2.11)$$

Массу ковша вычисляют по формуле:

$$m_{\text{кл}} = 1,15 \cdot c_{\text{кл}} \cdot E_{\text{д}} = 1,15 \cdot 1,5 \cdot 5 = 8,6 \text{ т} \quad (2.12)$$

где E –вместимость ковша, м³ ;

$c_{\text{кл}} = 0,9-1,7$ коэффициенты для определения масс ковшей экскаватора [1, табл. 2.4];

Вес ковша:

$$G_{\text{кл}} = g \cdot m_{\text{кл}} \cdot 10^3 = 9,81 \cdot 8,6 \cdot 10^3 = 8,5 \cdot 10^4 \text{ т} \quad (2.13)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

где g – ускорение свободного падения, м/с²;

$m_{кд}$ – масса ковша, т;

$m_{пор}$ – масса породы в ковше, т.

Масса породы в ковше:

$$m_{пор} = \frac{E_{л} \cdot \gamma_{пор}}{k_p} = \frac{5 \cdot 3}{1,5} = 10 \text{ т} \quad (2.14)$$

где $\gamma_{пор}$ – плотность пород в целике, т/м³;

k_p – коэффициент разрыхления породы [1, табл. 2.5].

$$G_{пор} = g \cdot m_{пор} \cdot 10^3 = 9,81 \cdot 10 \cdot 10^3 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ т} \quad (2.15)$$

$$\text{Длина стрелы: } L_{ст} = k_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 1,825 \cdot \sqrt[3]{250} = 11,5 \text{ м.} \quad (2.16)$$

где k_L – линейный коэффициент длины стрелы [1, табл. 2.2];

$$\text{Размеры рукояти: } L_p = k_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 1,2 \cdot \sqrt[3]{250} = 7,6 \text{ м.} \quad (2.17)$$

где k_L – линейный коэффициент длины рукояти [1, табл. 2.2];

$$\text{Масса и вес рукояти: } m_p = c_p \cdot m_{кд} = 0,9 \cdot 8,6 = 7,7 \text{ т} \quad (2.18)$$

где $c_p = 0,9$ – коэффициент массы;

$$G_p = g \cdot m_p \cdot 10^3 = 9,81 \cdot 7,7 \cdot 10^3 = 7,6 \cdot 10^4 \text{ Н,} \quad (2.19)$$

$$\text{Высота напорного вала: } L_B = k_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 1,1 \cdot \sqrt[3]{250} = 6,9 \text{ м} \quad (2.20)$$

$$\text{Высота пяты стрелы: } L_{п} = k_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 0,45 \cdot \sqrt[3]{250} = 2,8 \text{ м} \quad (2.21)$$

Максимальная высота черпания:

$$L_{ч} = k_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 1,75 \cdot \sqrt[3]{250} = 11 \text{ м.} \quad (2.22)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

где k_L – линейный коэффициент максимального радиуса разгрузки.

$$\text{Максимальный радиус разгрузки: } L_{p,max} = 2,4 \cdot \sqrt[3]{250} = 15,1 \text{ м} \quad (2.23)$$

Вес ковша с породой:

$$G_{к+п} = G_{кл} + G_{пор} = (8,5 + 9,8) \cdot 10^4 = 18,3 \cdot 10^4 \text{ Н}, \quad (2.24)$$

Строим в масштабе схемы расчётных положений рабочего оборудования экскаватора (рис.7) по данным расчёта линейных размеров конструктивных элементов экскаватора. На схемах показываем векторы сил, действующих на рабочее оборудование прямой мехлопаты в процессе копания, поворота с грузёным ковшом и поворота с порожним в забой.

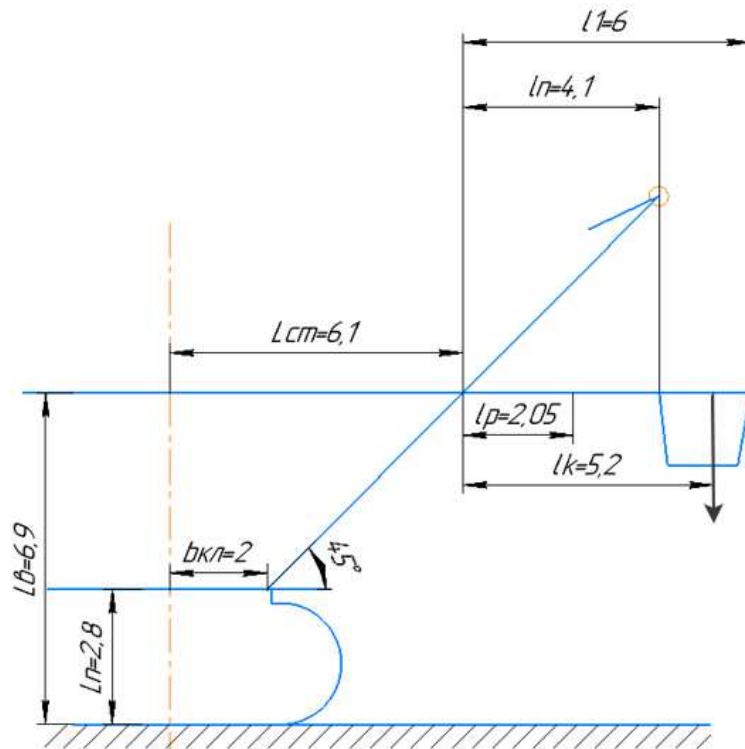


Рисунок 2.1 – Схема расположения рукояти механической лопаты в период копания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

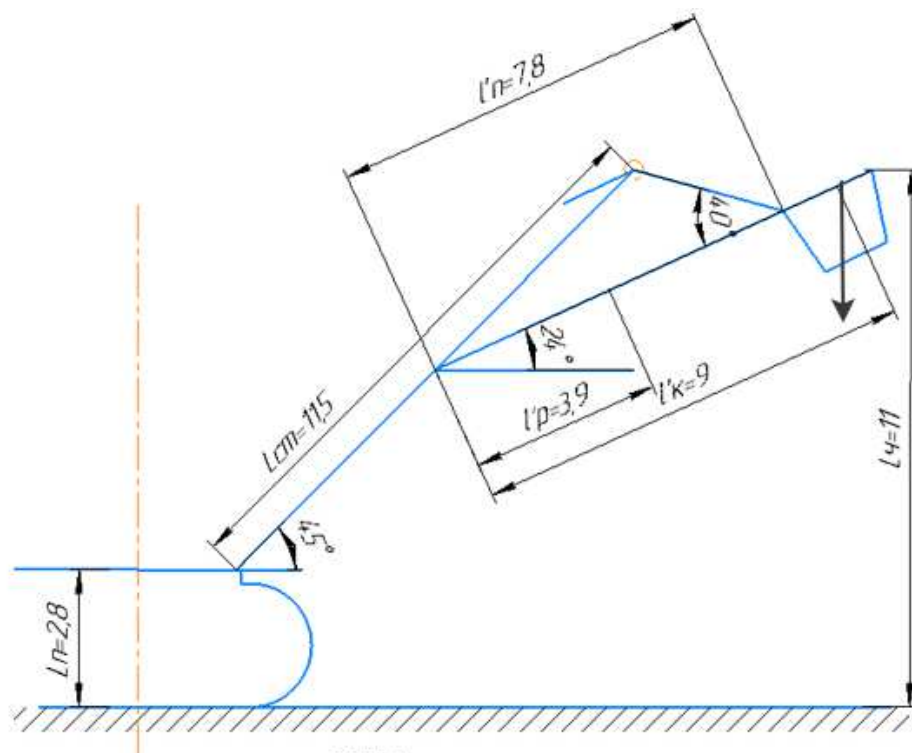


Рисунок 2.2 – Схема расположения рукояти механической лопаты в период поворота на разгрузку

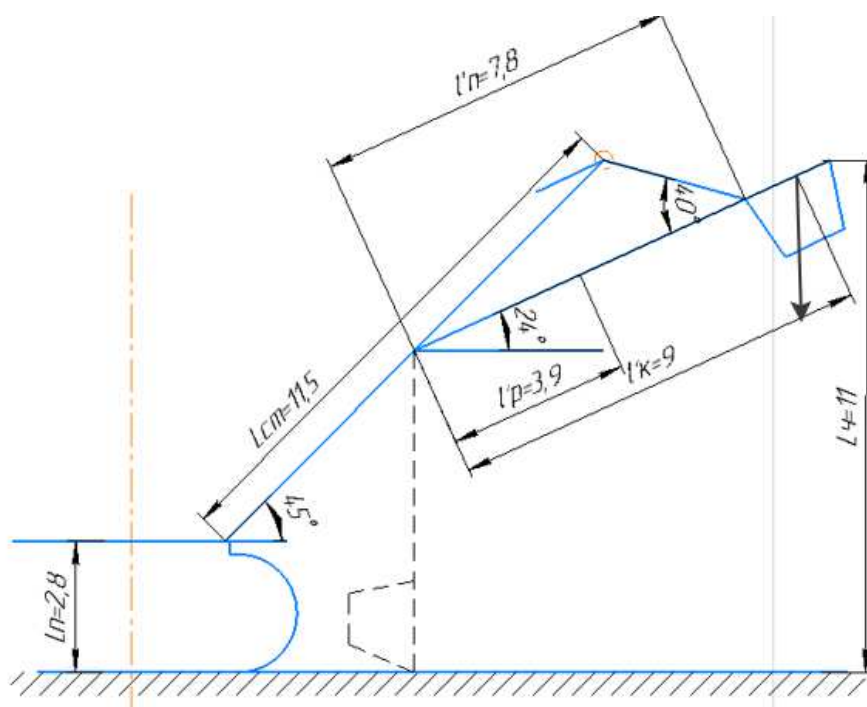


Рисунок 2.3 – Схема расположения рукояти механической лопаты в период возврата порожнего ковша в забой

Усилие $N_{пл}$, Н, которое возникает в канате мехлопаты и обуславливает нагрузку двигателя подъёмного механизма при копании, вычисляется из

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

необходимо знать время выполнения отдельных операций за полный цикл работы экскаватора. Для предварительных расчётов время цикла, $t_{\text{цл}} = 35$ с, можно разбить на три равных периода: копания $t_{\text{кл}}$, с, поворота платформы на разгрузку $t_{\text{рл}}$, с, поворота платформы с порожним ковшем в забой $t_{\text{зл}}$, с:

$$t_{\text{кл}}=t_{\text{рл}}=t_{\text{зл}}=0,33 \cdot t_{\text{цл}}=0,33 \cdot 34,8=11,6 \text{ с.} \quad (2.34)$$

Средневзвешенная мощность двигателя механизма подъема:

$$P_{\text{пл}}^{\text{св}} = \frac{P_{\text{пл}} \cdot t_{\text{кл}} + P'_{\text{пл}} \cdot t_{\text{рл}} + P''_{\text{пл}} \cdot t_{\text{зл}}}{t_{\text{цл}}} = \frac{338 \cdot 11,6 + 71 \cdot 11,6 + 181 \cdot 11,6}{35} = 196 \text{ кВт} \quad (2.35)$$

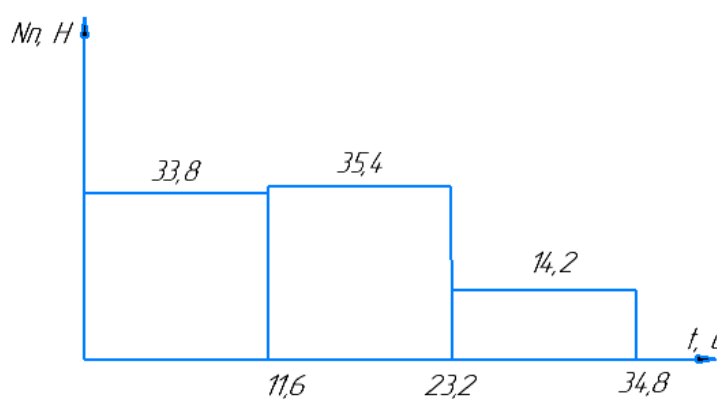


Рисунок 2.4 - Нагрузочная диаграмма главных механизмов механической лопаты в период копания

Усилие, возникающее в напорном механизме при копании, обуславливается действующими вдоль оси рукояти силами: отжимающим усилием породы $N_{2л}$, составляющей усилия в подъёмном канате $N_{\text{пл}} \cdot \cos \beta$ и составляющей веса рукояти и ковша с породой $G_p \cdot \sin \alpha$ и $G_{\text{к+п}} \cdot \sin \alpha$. В общем случае при различных положениях рукояти и ковша во время копания усилие в напорном механизме лопаты:

$$N_{\text{нл}} = N_{2л} = (0,5 - 1,05)N_{1л} = 0,9 \cdot 6,3 \cdot 10^4 = 5,7 \cdot 10^4 \text{ Н} \quad (2.36)$$

$$P_{\text{нл}} = \frac{N_{\text{нл}} \cdot v_{\text{нл}}}{\eta_{\text{нл}}} \cdot 10^{-3} = \frac{2,7 \cdot 10^4 \cdot 0,6}{0,75} \cdot 10^{-3} = 22 \text{ кВт} \quad (2.37)$$

где $N_{\text{нл}}$ – усилие в напорном механизме при копании, Н;

$v_{\text{нл}}$ – скорость перемещения рукояти, м/с (см. табл. 7);

$\eta_{\text{нл}}$ – КПД напорного механизма, равный 0,75–0,85.

Двигатель напорного механизма при повороте платформы с грузённым ковшом на разгрузку будет работать большую часть времени в тормозном режиме, преодолевая сопротивления, создаваемые составляющими веса ковша с породой $G_{к+п} \cdot \sin \alpha$, Н, веса рукояти $G_p \cdot \sin \alpha$, Н, и усилия в подъёмном механизме $N'_{пл} \cdot \cos \beta$. Н. Усилие в напорном механизме лопаты при этом

$$N'_{нл} = N'_{пл} \cdot \cos \beta + (G_{к+п} + G_p) \cdot \sin \alpha, \text{ Н} \quad (2.38)$$

$$N'_{нл} = 35,4 \cdot 10^4 \cdot \cos 40 + (18,3 \cdot 10^4 + 7,6 \cdot 10^4) \sin 24 = 37,7 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Мощность затрачиваемая на напор при копании:

$$P'_{нл} = (0,3 - 0,5) \frac{N'_{нл} \cdot v_{нл}}{\eta_{нл}} \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot \frac{37,7 \cdot 10^4 \cdot 0,6}{0,8} \cdot 10^{-3} = 113 \text{ кВт} \quad (2.39)$$

Усилие напора при повороте порожнего ковша в забой:

$$N''_{нл} = (G_k + G_p) = (8,5 + 7,6) \cdot 10^4 = 16,1 \cdot 10^4 \quad (2.40)$$

Мощность напорного механизма, затрачиваемая при повороте экскаватора с порожним ковшом в забой:

$$P''_{нл} = \frac{N''_{нл} \cdot v_{нл}}{\eta_{нл}} \cdot 10^{-3} = \frac{16,1 \cdot 10^4 \cdot 0,6}{0,8} \cdot 10^{-3} = 121 \text{ кВт} \quad (2.41)$$

Средневзвешенная мощность двигателя механизма напора:

$$P_{нл}^{св} = \frac{P_{нл} \cdot t_{кл} + P'_{нл} \cdot t_{рл} + P''_{нл} \cdot t_{зл}}{t_{цл}} = \frac{22 \cdot 11,6 + 113 \cdot 11,6 + 121 \cdot 11,6}{34,8} = 85 \text{ кВт} \quad (2.42)$$

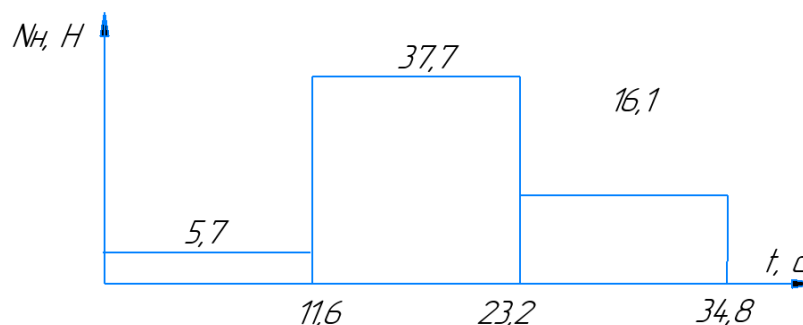


Рисунок 2.5 - Нагрузочная диаграмма главных механизмов механической лопаты в период напора

Мощность электродвигателей механизма поворота зависит от ряда факторов, главными из которых являются допустимые угловые ускорения и частота вращения платформы, угол поворота платформы и момент инерции вращающихся масс экскаватора.

Для вычисления моментов инерции вращающихся частей экскаватора с учётом коэффициентов K_L определяем:

$$\text{Ширину платформы: } L'_{пл} = K_L \cdot \sqrt[3]{m_{экс}} = 0,9 \cdot \sqrt[3]{250} = 5,7 \text{ м} \quad (2.43)$$

$$\text{Радиус задней стенки кузова: } L_{з.с.} = 0,97 \cdot \sqrt[3]{250} = 6,1 \text{ м} \quad (2.44)$$

$$\text{Радиус пяты стрелы: } L_{п.с.} = 0,38 \cdot \sqrt[3]{250} = 2,4 \text{ м} \quad (2.45)$$

$$\text{Длину платформы: } L_{пл} = 6,1 + 2,4 = 8,5 \text{ м} \quad (2.46)$$

С учетом коэффициента k_m определяем:

$$\text{Массу стрелы с блоками } m_{ст} = k_m \cdot m_{экс} = 0,06 \cdot 250 = 15 \text{ т} \quad (2.47)$$

$$\text{Массу напорного механизма } m_n = 0,028 \cdot 250 = 7 \text{ т} \quad (2.48)$$

$$\text{Массу платформы с механизмами } m_{пл} = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ т} \quad (2.49)$$

Момент инерции поворотной платформы относительно оси ее вращения:

$$J_{п} = m_{пл} \left(\frac{(0,5 \cdot L_{пл})^2 + (0,5 \cdot L'_{пл})^2}{3} + \left(\frac{L_{пл}}{2} - L_{п.с.} \right)^2 \right) \quad (2.50)$$

$$J_{п} = 125 \cdot \left(\frac{(0,5 \cdot 8,5)^2 + (0,5 \cdot 5,7)^2}{3} + \left(\frac{8,5}{2} - 2,4 \right)^2 \right) \cdot 10^3 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Момент инерции стрелы с блоками J_c относительно оси вращения платформы:

$$J_{ст} = m_{ст} \cdot L_{ст}^2 \cdot 10^3 = 15 \cdot 6,1^2 \cdot 10^3 = 0,6 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.51)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

где $L_{ст}$ – расстояние от оси вращения платформы до центра массы стрелы (см. рис. 7), м.

Моменты инерции ковша с породой $J_{к+п}$ и без породы $J_к$ относительно оси вращения платформы определяем по этому же выражению:

$$J_{к+п} = m_{к+п} \cdot L_{р.маx}^2 \cdot 10^3 = 18,6 \cdot 15,1^2 \cdot 10^3 = 4,2 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.52)$$

$$J_к = m_к \cdot L_{р.маx}^2 \cdot 10^3 = 8,6 \cdot 15,1^2 \cdot 10^3 = 2 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (2.53)$$

Момент инерции напорного механизма $J_н$ относительно оси её вращения:

$$J_н = m_н \cdot L_н^2 \cdot 10^3 = 7 \cdot 5,75^2 \cdot 10^3 = 0,2 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (2.54)$$

где $L_н$ – расстояние от оси вращения платформы до центра напорного механизма, м, $L_н \approx 0,5 L_{ст}$

Момент инерции рукояти $J_р$ относительно оси её вращения:

$$J_р = m_р \cdot (L''_р)^2 \cdot 10^3 = 7,7 \cdot 9,65^2 \cdot 10^3 = 0,7 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2, \quad (2.55)$$

где $(L''_р)^2$ – расстояние от центра тяжести рукояти до оси вращения экскаватора $(5,75 + 0,5 \cdot 7,8)$, м.

Суммарные моменты инерции механической лопаты относительно оси её вращения при повороте с грузёным $J_г$ и порожним $J_п$ ковшом определится, как:

$$\Sigma J_г = J_п + J_{ст} + J_{к+п} + J_н + J_р, \quad (2.56)$$

$$\Sigma J_п = J_п + J_с + J_к + J_н + J_р,$$

где $J_п, J_{ст}, J_{к+п}, J_к$ – моменты инерции соответственно поворотной платформы, стрелы с блоками, ковша с породой и порожнего ковша относительно оси вращения платформы.

$$\Sigma J_г = (1,5 + 0,6 + 4,2 + 0,2 + 0,7) \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$\sum J_{\Pi} = (1,5 + 0,6 + 2 + 0,2 + 0,7) \cdot 10^6 = 5 \cdot 10^6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Средневзвешенная мощность двигателя поворотного механизма при вращении платформы с груженым ковшом:

$$P_{\Pi}^{св} = \frac{(J_{Г} + J_{\Pi}) \cdot \omega_p^2}{t_{вр}} \cdot 10^{-3} = \frac{(7,2 + 5) \cdot 10^6 \cdot 0,315^2}{11,6} \cdot 10^{-3} = 104 \text{ кВт} \quad (2.57)$$

где $\sum J_{Г}$ и $\sum J_{\Pi}$ – суммарные моменты инерции вращающихся частей экскаватора соответственно с груженым и порожним ковшом;

ω_p – угловая скорость вращения поворотной платформы

$$\omega_p = 0,105 n_{д} = 0,105 \cdot 3 = 0,315 \text{ рад/с. (табл.7)}$$

При двух двигателях в поворотном механизме мощность каждого составляет 52 кВт.

По полученным данным можно приступить к построению нагрузочных диаграмм главных механизмов механической лопаты.

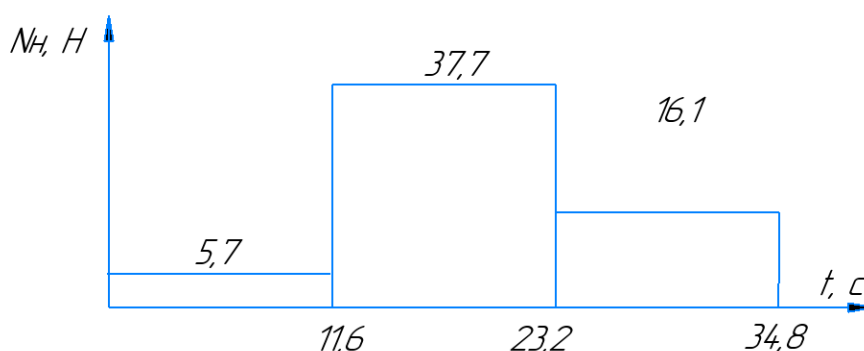


Рисунок 2.6 – Нагрузочные диаграммы главных механизмов механической лопаты

Под производительностью экскаватора понимают объём горной породы, отделяемый от массива и перемещаемый экскаватором на заданное расстояние, определяемое его рабочими параметрами, в единицу времени.

Различают теоретическую (паспортную), техническую и эксплуатационную производительности экскаватора.

Теоретическая производительность:

$$Q_{теор} = 60 \cdot E \cdot n_z = 60 \cdot 5 \cdot 1,7 = 510 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2.58)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

где E – вместимость ковша, м^3 ;

n_z – частота разгрузок ковшей, мин^{-1} ,

$$n_z = 60/t_{ц} = \frac{60}{35} = 1,7 \text{ мин}^{-1},$$

Техническая производительность:

$$Q_{\text{тех}} = Q_{\text{теор}} \cdot \frac{k_n}{k_p} \cdot \frac{t_p}{(t_p+t_n)} = 510 \cdot \frac{1,1}{1,1} \cdot 0,85 = 434 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (2.59)$$

где $k_n = 0,8 \div 1,1$ – коэффициент наполнения ковша;

$k_p = 1,1 \div 1,5$ – коэффициент разрыхления породы в ковше [табл. 5];

t_p – длительность непрерывной работы экскаватора с одного места установки, с;

t_n – длительность одной передвижки, с. Для практических расчётов можно принимать: $t_p/t_p + t_n = 0,8 \div 0,85$

Эксплуатационную производительность:

$$Q_3 = Q_{\text{тех}} \cdot T_c \cdot k_b = 434 \cdot 8 \cdot 0,9 = 3125 \text{ м}^3/\text{смену}, \quad (2.60)$$

где T_c – длительность смены, ч;

k_b – коэффициент использования экскаватора во времени. Для экскаваторов, работающих с погрузкой в автосамосвалы

$$k_b = 0,8 \div 0,9.$$

Годовая эксплуатационная производительность:

$$Q_3^Г = Q_3 \cdot (N - n_p) \cdot n = 3125 \cdot (245 - 60) \cdot 2 = 1156176 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.61)$$

где N – число рабочих дней в году;

n – число смен в сутки, $n_p = 45 \div 60$ - число ремонтных дней в году.

Необходимое количество экскаваторов:

$$N_3 = \frac{A_{\Gamma}}{Q_3^Г} \cdot k_p = \frac{5000000}{1156176} \cdot 1,3 = 6 \text{ ед}, \quad (2.62)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

где A_r – годовой объём экскаваторных работ, m^3 ;

k_p – коэффициент резерва, учитывающий нахождение машины на капитальном ремонте, $k_p = 1,2 \div 1,3$.

Окончательно принимаем для разработки полезного ископаемого экскаватор *ЭКГ-5А* в количестве – 6 ед.

В ходе выполнения 2 главы дипломного проекта произвели предварительный выбор и расчет бурового оборудования для бурения по полезному ископаемому. Окончательно принято 2 станка СБШ-250МНА-32. А также предварительно выбрали и рассчитали выемочно-погрузочного оборудования для добычи полезного ископаемого. Построили нагрузочные диаграммы главных механизмов экскаватора. Окончательно принят экскаватор ЭКГ-5А в количестве 6 единиц. Все выбранные типы бурового, выемочно-погрузочного оборудования следует эксплуатировать в соответствии с правилами безопасности и техники эксплуатации, представленной в главе 7.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

3 Транспорт

Карьерный транспорт является важнейшим элементом в производственном процессе добычи полезного ископаемого. Основной производственной функцией транспорта является перемещение горной массы от забоя выемочно-погрузочного средства до места назначения (обогатительная фабрика, рудный склад, пункт перегрузки и породные отвалы).

3.1 Выбор вида транспорта

На горнорудных предприятиях нашей страны наибольшее распространение получили три вида транспорта – железнодорожный, автомобильный и конвейерный.

Основные достоинства железнодорожного карьерного транспорта — высокая надёжность в работе, низкая себестоимость перевозок, незначительная зависимость от климатических условий. Основной недостаток — сравнительно высокая капиталоемкость. Использование железнодорожного карьерного транспорта эффективно на крупномасштабных предприятиях (объём перевозок 10-15 млн. т в год и более) с большими размерами карьерного поля при значительных расстояниях транспортирования (4-5 км и более) в любой климатической зоне.

Так как разработка ведется в суровых климатических и сложных горно-геологических условиях, район отрезан от жд транспорта тремя реками (Енисей, Тасеев и Ангара), рудное тело имеет сложную форму и малую мощность, низкую себестоимость, что влечет за собой применение более мобильного оборудования для работы в стесненных условиях. Эти факторы показывают на невозможность применения железнодорожного транспорта в связи с большими затратами на укладку ж/д пути и закупку новой техники, а также дополнительные затраты на автоматизацию смежных работ.

Основными преимуществами автомобильного транспорта по сравнению с железнодорожным, являются: высокая маневренность, способность преодолевать значительные уклоны, небольшие радиусы поворота, отсутствие трудоемких работ по передвижке путей и контактной сети, увеличение производительности экскаваторов за счет сокращения их простоев в ожидании погрузки. К недостаткам автомобильного карьерного транспорта относятся:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

ограничение до 3-4 км расстояния транспортирования грузов, зависимость эксплуатации дорог и подвижного состава от климатических условий, высокая загазованность окружающей среды при работе автотранспортных средств. Автомобильный транспорт, работающий на дизельном топливе, сопровождается выбросом в атмосферу большого количества токсичных веществ и пыли. При этом 95 – 99% всех выбросов приходится на газы-аэрозоли сложного состава, зависящего от химического состава топлива и режима работы.

Конвейерный транспорт обладает многими положительными особенностями, к которым следует отнести, прежде всего, его высокую производительность. В современных конструкциях ленточных конвейеров применяются ленты шириной до 3 м (3,3 м), скорость движения которых достигает 6 м/с при транспортировании скальных и до 12 м/с при транспортировании рыхлых пород.

Эти параметры позволяют повысить производительность конвейерного транспорта до 40 тыс. т/ч. Конвейерный транспорт позволяет осуществлять бесперегрузочную доставку грузов от склада предприятия - отправителя непосредственно на склад предприятия - получателя, что исключает их потери и деградацию. Но главным преимуществом конвейерного транспорта по сравнению с универсальными является возможность полной автоматизации управления его работой, что обуславливает минимальную численность обслуживающего персонала.

Эти особенности конвейерного транспорта при определённых условиях делают его применение предпочтительным по сравнению с железнодорожным и автомобильным транспортом. Ввиду следующих недостатков: зависимость от климатических условий; при транспортировании скальных пород необходимо предварительное дробление до заданных размеров куска; экономическая нецелесообразность при выемке разнорудных и отдельного транспортирования; ограниченность создания мощных однородных грузопотоков – конвейерный транспорт не подходит для наших условий.

Для данных условий преимущество автомобильного транспорта очевидно. Автотранспорт позволяет обеспечить избирательность разработки, гибкость при управлении и организации производственного процесса, что соответствует современным темпам добычи.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

3.2 Формирование комплексов погрузочно-транспортных средств

Вскрышные породы транспортируется на отвал, в этом случае расстояние транспортирования груза составит 2.5 км. Насыпная плотность груза на вскрыше 2 т/м³.

На предприятии на вскрышных работах используется экскаватор РС-800 с погрузкой в транспортные средства БелАЗ-7555 грузоподъемностью 30 т. Сформируем 3 погрузочно-транспортных комплекса с целесообразным соотношением параметров выемочно-погрузочного и транспортного оборудования таблица 3.1.

Таблица 3.1 – Формирование комплексов ПТК

	Комплекс 1	Комплекс 2	Комплекс 3
Экскаватор	ЭКГ-10	Komatsu PC-1250	Komatsu PC-2000
Автосамосвал	БелАЗ 7555	БелАЗ 7555	Komatsu HD605-7

Расчет по комплексу 1 - ЭКГ-10 и БелАЗ 7555 (рисунки 3.1–3.4).

Горизонт расчёта, лет, t

Годовая производительность, т

Насыпная плотность породы, т/м

Коэффициент экскавации

Коэффициент неравномерности работы карьера

Коэффициент технической готовности экскаватора

Время замены автосамосвала у экскаватора, мин

Расстояние транспортирования груза, м

Продолжительность смены, ч

Число рабочих дней в году

Количество смен в сутки

Время, затрачиваемое на плановые ремонты погрузочно-транспортного оборудования в течение года, ч

Время простоя погрузочно-транспортного оборудования по климатическим условиям в течение года, ч

Время приема-сдачи смены в течение года, ч

Время праздников и выходных в течение года, ч

Рисунок 3.1 – Горнотехнические условия

Стартовая	Горнотехнические условия	Оборудование ЭАК	Экономические показатели	Параметры расче
Автосамосвал:		Экскаватор / Ковшовый погрузчик		
БелАЗ-7555В		ЭКГ-10		
Параметры		Параметры		
Грузоподъемность, т	55	Вместимость ковша, куб.м	10	
Собственная масса, т	40,5	Продолжительность цикла, мин	0,37	
Коэффициент тары	0,73	Тип лопаты	П	
Мощность первичного двигателя, кВт	522	Привод	Э	
Сцепная масса, т	63,9			
Максимальная скорость, км/ч	55			
Площадь лобовой поверхности, кв.м	21,15			
Длина, м	8,8			
Ширина, м	4,7			
Высота, м	4,5			
Тип трансмиссии	Гидромеханическая (6+1)			
Колесная формула	4x2			

Рисунок 3.2 – Оборудование ЭАК по комплексу 1

Задать число участков

Грузовое направление

№	Длина, м	Уд. осн. сопр-ние движению, Н/т	Уклон, %	Радиус кривой, м	Коэффициент сцепления
1	1000	500	0		0,6
2	1500	1000	10	20	0,75

Скорость ветра: км/ч

Порожняковое направление

№	Длина, м	Уд. осн. сопр-ние движению, Н/т	Уклон, %	Радиус кривой, м	Коэффициент сцепления
2	1500	1200	-10	20	0,6
1	1000	600	0		0,75

Скорость ветра: км/ч

? Удельное основное сопротивление движению

? Коэффициент сцепления колеса с дорогой

Примечание: Скорость ветра ставится со знаком "+" при встречном ветре и знаком "-" при попутном.
 Величина уклона ставится со знаком "+" при подъеме и знаком "-" при спуске.

Рисунок 3.3 – Параметры расчетного участка

Грузовое направление

№	Динамический фактор, Н/т	Скорость, км/ч	Сила тяги (торм. сила), кН
1	556	25	59
2	1338	22	121

Порожняковое направление

№	Динамический фактор, Н/т	Скорость, км/ч	Сила тяги (торм. сила), кН
2	1502	25	66
1	783	28	33

Рисунок 3.4 – Тягово-динамические характеристики

Автосамосвал: БелАЗ-7555В
Экскаватор/Погрузчик: ЭКГ-10

ПОКАЗАТЕЛЬ	
Годовая производительность, т	5000000
Эксплуатационная производительность одного автосамосвала, т/год	1107387,23
Удельный расход топлива на единицу транспортной работы, кг/т*км	0,10
Себестоимость транспортирования, руб/т	1,82
Себестоимость погрузки, руб/т	0,34
Удельные капитальные затраты на погрузку и транспортирование, руб/т	10,99
Техническая производительность экскаватора, т/ч	1469,39
Рабочий парк экскаваторов	1
Инвентарный парк экскаваторов	2
Расчетный расход топлива автосамосвала, кг	16,45
Фактический расход топлива автосамосвала, кг	19,75
Сменная техническая производительность, т	1516,97
Рабочий парк автосамосвалов	6
Инвентарный парк автосамосвалов	8
Пропускная способность (автомобилей в час)	1241
Среднетехническая скорость движения, км/ч	25
Провозная способность, т/ч	31349,52

Рисунок 3.5 – Критерии эффективности по комплексу 1

Расчет по комплексу 2 - Komatsu PC-1250 и БелАЗ 7555 (рисунки 3.6–3.9).

Стартовая Горнотехнические условия Оборудование ЭАК Экономические показатели Параметры расче

Автосамосвал: Экскаватор / Ковшовый погрузчик:

Параметры	
Грузоподъемность, т	55
Собственная масса, т	40,5
Коэффициент тары	0,73
Мощность первичного двигателя, кВт	522
Сцепная масса, т	63,9
Максимальная скорость, км/ч	55
Площадь лобовой поверхности, кв.м	21,15
Длина, м	8,8
Ширина, м	4,7
Высота, м	4,5
Тип трансмиссии	Гидромеханическая (6+1)
Колесная формула	4x2

Параметры	
Вместимость ковша, куб.м	6,5
Продолжительность цикла, мин	0,45
Тип лопаты	О
Привод	Г

Рисунок 3.6 – Оборудование ЭАК по комплексу 2

Стартовая Горнотехнические условия Оборудование ЭАК Экономические показатели Параметры расче

Задать число участков:

Грузовое направление

№	Длина, м	Уд. осн. сопр-ние движению, Н/т	Уклон, %	Радиус кривой, м	Коэффициент сцепления
1	1000	500	0		0,6
2	1500	1000	10	20	0,75

Скорость ветра: км/ч

Порожняковое направление

№	Длина, м	Уд. осн. сопр-ние движению, Н/т	Уклон, %	Радиус кривой, м	Коэффициент сцепления
2	1500	1200	-10	20	0,6
1	1000	600	0	0	0,75

Скорость ветра: км/ч

Примечание: Скорость ветра ставится со знаком "+" при встречном ветре и знаком "-" при попутном. Величина уклона ставится со знаком "+" при подъеме и знаком "-" при спуске.

Рисунок 3.7 – Параметры расчетного участка

Грузовое направление			
№	Динамический фактор, Н/т	Скорость, км/ч	Сила тяги (торм. сила), кН
1	552	25	57
2	1341	33	129

Порожняковое направление			
№	Динамический фактор, Н/т	Скорость, км/ч	Сила тяги (торм. сила), кН
2	1461	28	61
1	600	25	26

Рисунок 3.8 – Тягово-динамические характеристики

Автосамосвал: БелАЗ-7555В
 Экскаватор/Погрузчик: Komatsu PC1250-7

ПОКАЗАТЕЛЬ	
Годовая производительность, т	5000000
Эксплуатационная производительность одного автосамосвала, т/год	1230278,28
Удельный расход топлива на единицу транспортной работы, кг/т*км	0,09
Себестоимость транспортирования, руб/т	1,86
Себестоимость погрузки, руб/т	0,50
Удельные капитальные затраты на погрузку и транспортирование, руб/т	11,79
Техническая производительность экскаватора, т/ч	1006,45
Рабочий парк экскаваторов	2
Инвентарный парк экскаваторов	3
Расчетный расход топлива автосамосвала, кг	16,96
Фактический расход топлива автосамосвала, кг	20,35
Сменная техническая производительность, т	1685,31
Рабочий парк автосамосвалов	6
Инвентарный парк автосамосвалов	8
Пропускная способность (автомобилей в час)	1300
Среднетехническая скорость движения, км/ч	28
Провозная способность, т/ч	35566,06

Рисунок 3.9 – Критерии эффективности по комплексу 2

Расчет по комплексу 3, Komatsu PC-2000 и HD605-7 (рисунки 3.10–3.11).

Стартовая	Горнотехнические условия	Оборудование ЭАК	Экономические показатели	Параметры расч																																				
Автосамосвал:		Экскаватор / Ковшовый погрузчик																																						
Komatsu HD605-7		Komatsu PC2000-8																																						
<table border="1"> <tr><td>Параметры</td><td></td></tr> <tr><td>Грузоподъемность, т</td><td>63</td></tr> <tr><td>Собственная масса, т</td><td>45,9</td></tr> <tr><td>Кoeffициент тары</td><td>0,73</td></tr> <tr><td>Мощность первичного двигателя, кВт</td><td>551</td></tr> <tr><td>Сцепная масса, т</td><td>73</td></tr> <tr><td>Максимальная скорость, км/ч</td><td>70</td></tr> <tr><td>Площадь лобовой поверхности, кв.м</td><td>22,6</td></tr> <tr><td>Длина, м</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>Ширина, м</td><td>5,1</td></tr> <tr><td>Высота, м</td><td>4,4</td></tr> <tr><td>Тип трансмиссии</td><td>Гидромеханическая (7+1)</td></tr> <tr><td>Колесная формула</td><td>4+2</td></tr> </table>		Параметры		Грузоподъемность, т	63	Собственная масса, т	45,9	Кoeffициент тары	0,73	Мощность первичного двигателя, кВт	551	Сцепная масса, т	73	Максимальная скорость, км/ч	70	Площадь лобовой поверхности, кв.м	22,6	Длина, м	9,4	Ширина, м	5,1	Высота, м	4,4	Тип трансмиссии	Гидромеханическая (7+1)	Колесная формула	4+2	<table border="1"> <tr><td>Параметры</td><td></td></tr> <tr><td>Вместимость ковша, куб.м</td><td>12</td></tr> <tr><td>Продолжительность цикла, мин</td><td>0,45</td></tr> <tr><td>Тип лопаты</td><td>О</td></tr> <tr><td>Привод</td><td>Г</td></tr> </table>			Параметры		Вместимость ковша, куб.м	12	Продолжительность цикла, мин	0,45	Тип лопаты	О	Привод	Г
Параметры																																								
Грузоподъемность, т	63																																							
Собственная масса, т	45,9																																							
Кoeffициент тары	0,73																																							
Мощность первичного двигателя, кВт	551																																							
Сцепная масса, т	73																																							
Максимальная скорость, км/ч	70																																							
Площадь лобовой поверхности, кв.м	22,6																																							
Длина, м	9,4																																							
Ширина, м	5,1																																							
Высота, м	4,4																																							
Тип трансмиссии	Гидромеханическая (7+1)																																							
Колесная формула	4+2																																							
Параметры																																								
Вместимость ковша, куб.м	12																																							
Продолжительность цикла, мин	0,45																																							
Тип лопаты	О																																							
Привод	Г																																							

Рисунок 3.10 – Оборудование ЭАК по комплексу 3

Автосамосвал: Komatsu HD605-7	
Экскаватор/Погрузчик: Komatsu PC2000-8	
ПОКАЗАТЕЛЬ	
Годовая производительность, т	5000000
Эксплуатационная производительность одного автосамосвала, т/год	1491106,41
Удельный расход топлива на единицу транспортной работы, кг/т*км	0,09
Себестоимость транспортирования, руб/т	1,99
Себестоимость погрузки, руб/т	0,34
Удельные капитальные затраты на погрузку и транспортирование, руб/т	9,82
Техническая производительность экскаватора, т/ч	1570,91
Рабочий парк экскаваторов	1
Инвентарный парк экскаваторов	2
Расчетный расход топлива автосамосвала, кг	19,04
Фактический расход топлива автосамосвала, кг	22,85
Сменная техническая производительность, т	2042,61
Рабочий парк автосамосвалов	5
Инвентарный парк автосамосвалов	7
Пропускная способность (автомобилей в час)	1258
Среднетехническая скорость движения, км/ч	28
Провозная способность, т/ч	38122,70

Рисунок 3.11 – Критерии эффективности по комплексу 3

Полученные результаты сведем в таблицу по каждому критерию эффективности.

Таблица 3.2 – Оценка критериев эффективности

Критерии эффективности	Варианты расчета		
	1 ЭАК	2 ЭАК	3 ЭАК
Эксплуатационная производительность автосамосвала, т/год	1107387,23	1230278,28	1491106,41
Удельные капитальные затраты на погрузку и транспортирование, руб/т	10,99	11,79	9,82
Себестоимость транспортирования, руб, т	1,82	1,86	1,99
Парк подвижного состава: экскаватор автосамосвал	2	3	2
	8	8	7

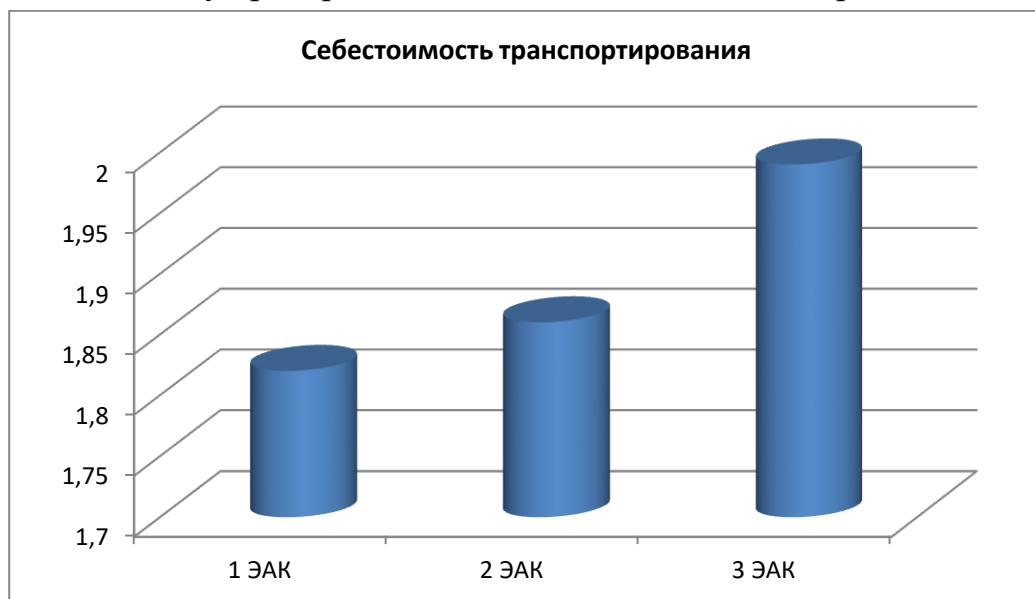
Построим диаграммы эффективности для выявления оптимального варианта по каждому критерию.



По данному критерию оптимальным является 3 вариант ЭАК.

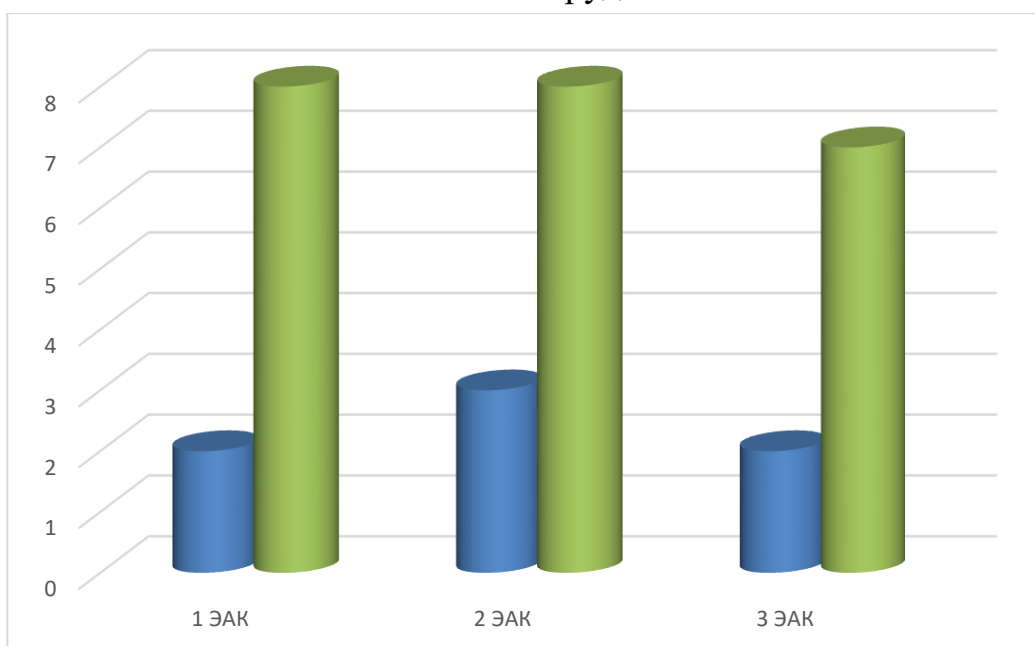


По данному критерию оптимальным является 3 вариант ЭАК.



По данному критерию оптимальным является 1 вариант ЭАК.

Количество оборудования:



Как видно из диаграммы, наименьший парк машин у 3 варианта ЭАК.

По 3 из 4 критериев эффективности лидирует 3 вариант ЭАК, и что самое главное с наименьшим парком машин. А это всегда выгодно - сокращает рабочие места, фонд заработной платы и премирования рабочих. Выбираем рациональный вариант – 3 вариант ЭАК: Komatsu PC-2000 + Komatsu HD605-7.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4 Стационарные машины

4.1 Расчёт длины и геометрической высоты нагнетательного трубопровода

Высоту подъёма воды в нагнетательном трубопроводе и его длину определяем на профиле трубопроводной сети водоотливной установки (рисунок 4.1). Длина нагнетательного трубопровода:

$$L_{\text{н}} = l_{\text{н-б}} + l_{\text{б-с}} + b_{\text{у}} \cdot (n_{15} - 1) + \frac{(n_{15} \cdot h_{10})}{\sin \alpha} = 30 + 60 + 7 \cdot (15 - 1) + \frac{15 \cdot 10}{\sin 60} = 361,2 \text{ м}, \quad (4.1)$$

где $l_{\text{н-б}} = 30 \text{ м}$ – расстояние от насосной станции до нижней бровки карьера;

$l_{\text{б-с}} = 60 \text{ м}$ – расстояние от верхней бровки карьера до места слива воды;

$n_{15} = 15$ – количество уступов высотой $h_{10} = 10 \text{ м}$;

$\alpha = 60^\circ$ – угол откоса уступов;

$b_{\text{у}} = 7 \text{ м}$ – ширина рабочей площадки уступов.

С учётом длины труб внутри насосной станции принимаем $L_{\text{н}} = 370 \text{ м}$.

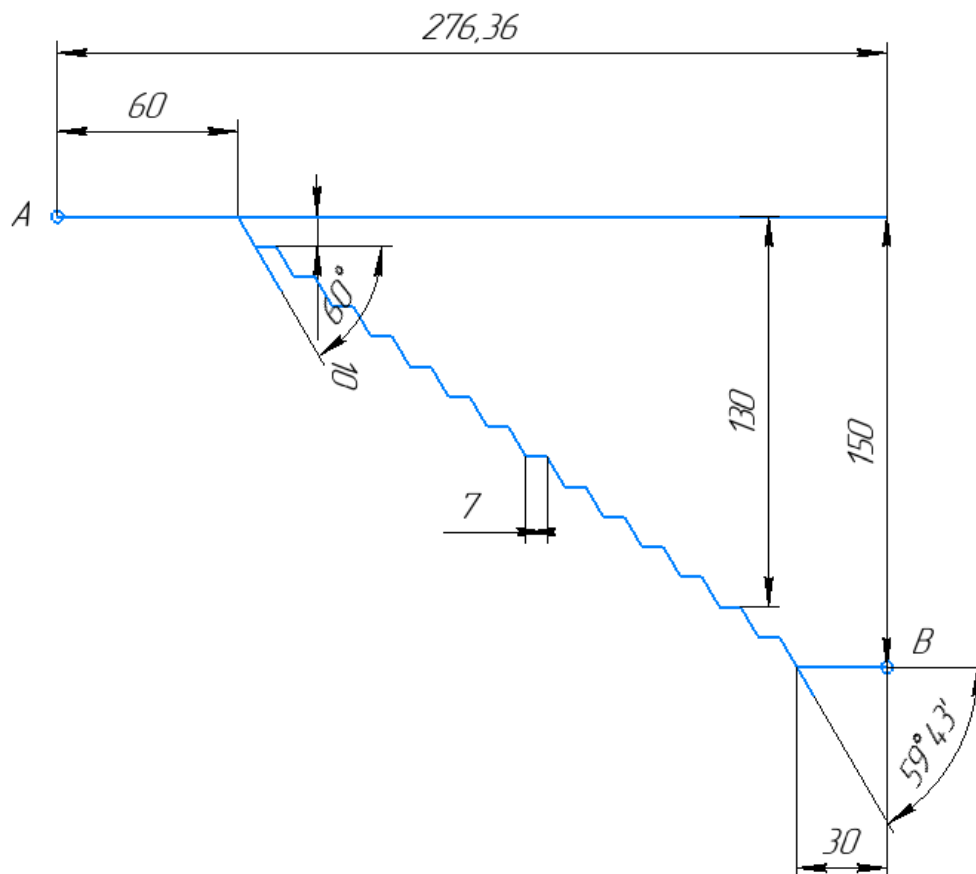


Рисунок 4.1 - Профиль трубопроводной сети водоотливной установки:

A – точка слива воды; B – насосная станция

Высота подъёма воды в нагнетательном трубопроводе:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$H_H = h_{10} \cdot n_{15} = 10 \cdot 15 = 150 \text{ м.} \quad (4.2)$$

4.2 Расчёт необходимой производительности насосной станции, выбор труб для построения внешней сети водоотливной установки

Расчётную производительность насосной станции $Q_p^{\text{нс}}$ назначаем исходя из необходимости откачки суточных водопритоков в карьер за 20 часов. Так как $Q_{\text{max}}/Q_H > 2$, производительность насосной станции определяем по максимальному водопритоку:

$$Q_p^{\text{нс}} = \frac{24 \cdot Q_H}{20} = \frac{24 \cdot 310}{20} = 372 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (4.3)$$

где $Q_{\text{max}} = 310 \text{ м}^3/\text{ч}$ – максимальный часовой приток воды в карьер;

$Q_H = 90 \text{ м}^3/\text{ч}$ – нормальный часовой приток воды в карьер.

Водоотливную установку оборудуем двумя ставами труб с расходом жидкости в одном ставе $Q_p = Q_p^{\text{нс}}$. Нормальные водопритоки откачиваем через один трубный став, максимальные водопритоки – через два става.

Внутренний диаметр нагнетательного (напорного) трубопровода

$$D_H = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot V_3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 372}{3600 \cdot 3,14 \cdot 2,381}} = 0,235 \text{ м}, \quad (4.4)$$

где Q_p – расход жидкости в трубном ставе, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V_3 – экономичная скорость движения воды в трубопроводе:

$$V_3 = 4,2 \cdot \sqrt[4]{\frac{Q_p}{3600}} = 4,2 \cdot \sqrt[4]{\frac{372}{3600}} = 2,381 \text{ м/с.} \quad (4.5)$$

Минимальная по условиям прочности толщина стенки напорного трубопровода:

$$\delta_0 = \frac{1875 \cdot P_p \cdot D_H}{\sigma_p} = \frac{1875 \cdot 1,67 \cdot 0,235}{340} = 2,2 \text{ мм}, \quad (4.6)$$

где P_p – расчетное давление в нагнетательном трубопроводе, Па:

$$P_p = k \cdot \rho \cdot g \cdot H_H \cdot 10^{-6} = 1,1 \cdot 1030 \cdot 9,8 \cdot 150 \cdot 10^{-6} = 1,67 \text{ МПа}, \quad (4.7)$$

где $k = 1,1$ – коэффициент повышения давления; $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$ – плотность рудничной воды; $\sigma_p = 340 \text{ МПа}$ – допускаемое сопротивление разрыву стенки трубы, выполненной из стали Ст 2сп; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести.

Расчётная толщина стенки нагнетательного трубопровода:

$$\delta_H = 1,18 \cdot (\delta_0 + (0,25 + v_{\text{к.и}}) \cdot t) = 1,18 \cdot (2,2 + (0,25 + 0,1) \cdot 12) = 7,6 \text{ мм}, \quad (4.8)$$

где $t = 12$ лет – срок службы водоотливной установки;

										Лист
										69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$v_{к.и} = 0,1$ мм/год – скорость коррозионного износа внутренней поверхности труб.

Для нагнетательного става по принимаем стальные трубы ГОСТ 8732-78 с наружным диаметром $d_n = 325$ мм со стенкой толщиной $\delta_n = 8$ мм. Внутренний диаметр у этих труб $D_n = 309$ мм.

Для всасывающего участка внешней сети принимаем полиэтиленовые трубы по ГОСТ 18599-2001 с внутренним диаметром $D_b = 333,2$ мм (наружный диаметр $d_b = 355$ мм при толщине стенки $\delta_b = 10,9$ мм), что позволит обеспечить скорость движения воды на входе в насос не более $1,0 \div 1,5$ м/с.

4.3 Выбор насосов

Расчётный напор насосной станции:

$$H_p = H_\Gamma + \left(\lambda_b \cdot \frac{L_b}{D_b} + \sum \xi_b \right) \cdot \frac{v_b^2}{2 \cdot g} + \left(1 + \lambda_n \cdot \frac{L_n}{D_n} + \sum \xi_n \right) \cdot \frac{v_n^2}{2 \cdot g} = \quad (4.9)$$

$$= 153,5 + \left(0,0281 \cdot \frac{10}{0,3332} + 6,5 \right) \cdot \frac{1,185^2}{2 \cdot 9,8} + \left(1 + 0,0288 \cdot \frac{370}{0,309} + 17,9 \right) \cdot \frac{1,378^2}{2 \cdot 9,8} = 159,2 \text{ м,}$$

где $L_b = 10$ м – расчётная длина всасывающего трубопровода;

H_Γ – геометрическая высота трубопроводной сети;

λ_n и λ_b – коэффициенты линейных потерь напора в нагнетательном и всасывающем трубопроводах;

v_n и v_b – скорость движения воды в нагнетательном и всасывающем трубопроводах;

$\sum \xi_b$ и $\sum \xi_n$ – суммы коэффициентов местных гидравлических сопротивлений во всасывающем и нагнетательном трубопроводах.

$$H_\Gamma = H_b + H_n = 3,5 + 150 = 153,5 \text{ м,} \quad (4.10)$$

здесь $H_b = 3,5$ м – геометрическая высота всасывания насосов (расчётная);

$$\lambda_n = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{D_n}} = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{0,309}} = 0,0288; \quad (4.11)$$

$$\lambda_b = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{D_b}} = \frac{0,0195}{\sqrt[3]{0,3332}} = 0,0281; \quad (4.12)$$

$$v_n = \frac{4 \cdot Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot D_n^2} = \frac{4 \cdot 372}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,309^2} = 1,378 \text{ м/с;} \quad (4.13)$$

$$v_b = \frac{4 \cdot Q_p}{3600 \cdot \pi \cdot D_b^2} = \frac{4 \cdot 372}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,3332^2} = 1,185 \text{ м/с.} \quad (4.14)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Результаты расчёта суммы коэффициентов местных гидравлических сопротивлений всасывающего и нагнетательного трубопроводов приведены в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Коэффициенты гидравлических сопротивлений всасывающего трубопровода

Устройства	Коэффициент сопротивления, ξ_i	Количество, n_i	$\xi_i n_i$
Приемный клапан с сеткой	5,6	1	5,6
Нормальное колено с углом поворота 90°	0,162	1	0,162
Диффузор	0,3	1	0,3
Фланцевые стыки	0,15	3	0,45
ИТОГО	$\sum \xi_{\text{в}} = 6,5$		

Таблица 4.2

Коэффициенты гидравлических сопротивлений нагнетательного трубопровода

Устройства	Коэффициент сопротивления, ξ_i	Количество, n_i	$\xi_i n_i$
Распределительные задвижки	0,09	1	0,09
Пусковые задвижки	0,09	1	0,09
Обратные клапаны	6,8	1	6,8
Нормальное колено с углом поворота 90°	0,154	3	0,462
Нормальное колено с углом поворота 110°	0,120	6	0,72
Тройники	0,75	2	1,5
Воздушная колонна	0,5	1	0,5
Сальниковый компенсатор	0,2	2	0,4
Конфузор	0,1	1	0,1
Фланцевые стыки	0,15	48	7,2
ИТОГО	$\sum \xi_{\text{н}} = 17,9$		

Для откачивания нормальных и максимальных водопритоков принимаем к использованию три однотипных насосных агрегата: рабочий агрегат и агрегаты горячего и холодного резерва. Схема присоединения насосных агрегатов к трубным ставам показана на рис. 4.2.

Выбор насосов производим по расчётным значениям Q_p и H_p с ориентацией на применение отечественных центробежных насосов, изготавливаемых, например, заводами ЗАО «Русская горно-насосная компания» или ОАО «ГМС Насосы» (Ливгидромаш).

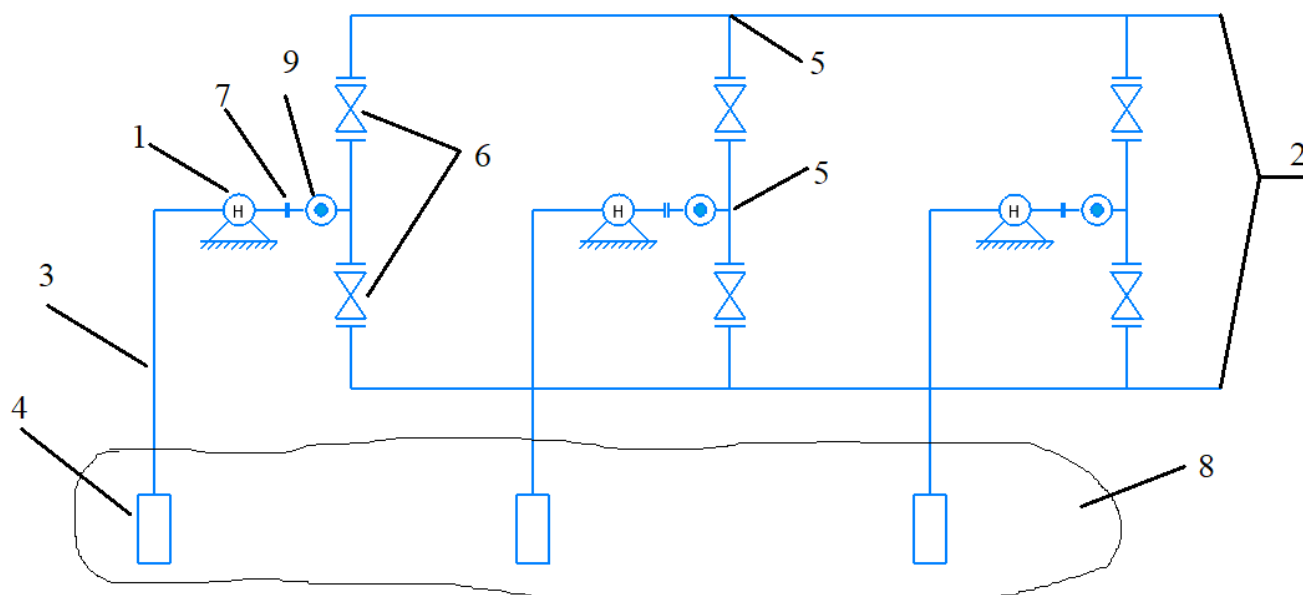


Рисунок 4.2 - Коммутационная схема главной водоотливной установки:
 1 – насос; 2 – нагнетательный трубопровод; 3 – всасывающий трубопровод; 4 – приёмный клапан с сеткой; 5 – тройник; 6 – распределительная задвижка; 7 – пусковая задвижка; 8 – водосборник; 9 – обратный клапан

Принимаем к использованию многоступенчатые секционные насосы марки ЦНС 400-240 (рис. 4.3) с 2-я рабочими колёсами ($n = 1500$ об/мин). Рабочие характеристики насосов приведены в табл. 4.3 и показаны на рис. 4.4.

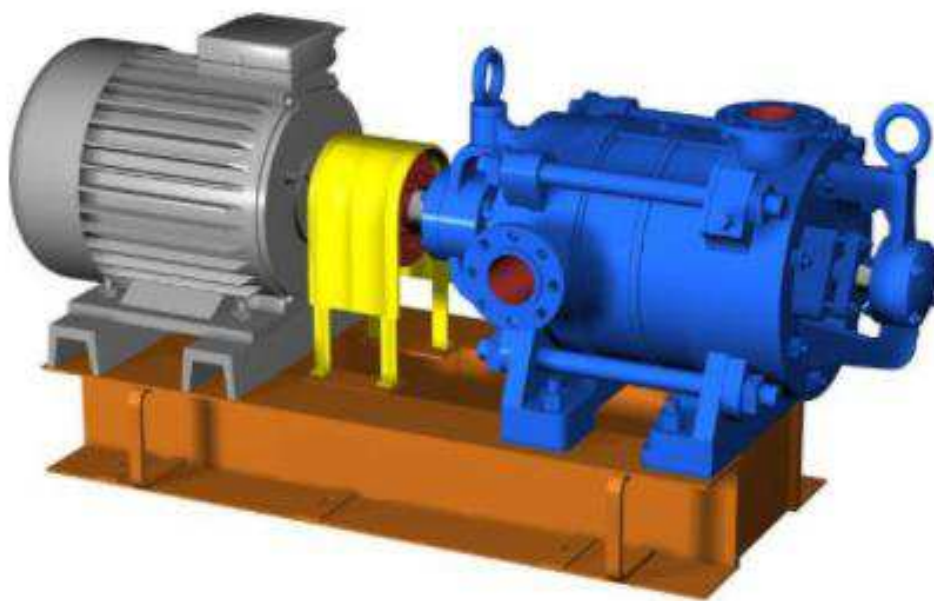


Рисунок 4.3 – Центробежный двухступенчатый насос ЦНС 400-240

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Индивидуальные характеристики насосов ЦНС 400-240 ($i = 2$)

Подача Q , м ³ /ч	250	300	350	400	450	500
Напор H , м	260	255	250	240	215	170
КПД η , %	0	0,55	0,67	0,70	0,69	0,68
Допустимый кавитационный запас на входе в насос Δh_d , м	4,1	4,2	4,7	5,0	5,7	6,5
Допустимая вакуумметрическая высота всасывания насоса $H_{вд}$, м	5,6	5,5	5,0	4,7	4,0	3,2

Допустимая вакуумметрическая высота всасывания насосов, указанная в табл. 4.3, рассчитана по формуле:

$$H_{вд} = \frac{p_0 - p_{п}}{\rho \cdot g} - \Delta h_d, \quad (4.15)$$

где $p_0 \approx 10^5$ Па – атмосферное давление; $p_{п} = 2337$ Па – давление насыщенных паров воды при температуре 20°C.

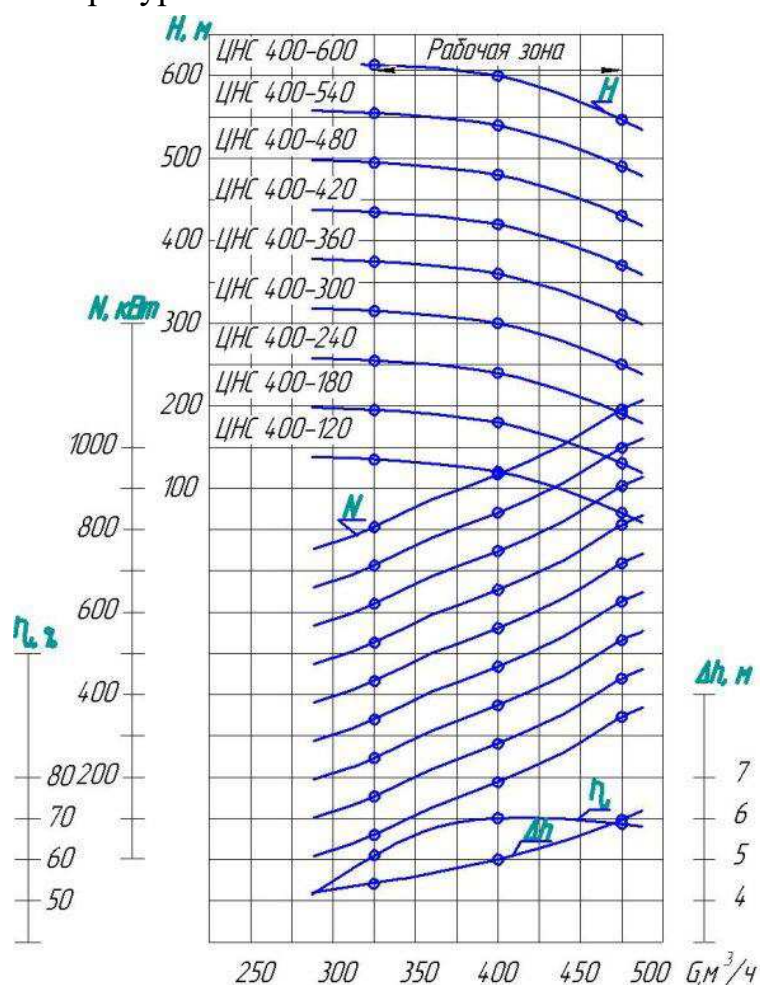


Рисунок 4.4 - Рабочие характеристики насосов ЦНС 400-240

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Выбранное оборудование обеспечивает удаление карьерных вод в соответствии с требованиями Правил безопасности. Нормальные водопритоки откачиваются одним насосом через один трубный став, максимальные водопритоки – двумя насосами через индивидуальные трубные ставы. Третий насос позволяет иметь нормативный резерв производительности.

4.4. Анализ рабочего режима водоотливной установки

Напорная характеристика $H_c - Q$ внешней сети, представленная на рисунке 4.5, описывается уравнением:

$$H_c = H_\Gamma + R_c \cdot Q_i^2 \quad (4.16)$$

где Q_i – произвольные значения расхода жидкости в сети, м³/ч;

R_c – обобщённый коэффициент гидравлического сопротивления трубопроводной сети, рассчитанный по формуле

$$R_c = \left(1 + \lambda_B \cdot \frac{L_B \cdot D_H^4}{D_B \cdot D_B^4} + \lambda_H \cdot \frac{L_H}{D_H} + \sum \xi_B \cdot \frac{D_H^4}{D_B^4} + \sum \xi_H \right) \cdot \frac{6,3 \cdot 10^{-8}}{g \cdot D_H^4} = \quad (4.17)$$

$$= \left(1 + 0,0281 \cdot \frac{10 \cdot 0,309^4}{0,3332 \cdot 0,3332^4} + 0,0288 \cdot \frac{370}{0,309} + 6,5 \cdot \frac{0,309^4}{0,3332^4} + 17,9 \right) \cdot \frac{6,3 \cdot 10^{-8}}{9,8 \cdot 0,309^4} =$$

$$= 0,000091 \text{ ч}^2 / \text{м}^5.$$

Таблица с координатами графиков рабочих характеристик насоса ЦНС 400-240 $H - Q$, $\eta - Q$, $\Delta h_d - Q$, $H_{вд} - Q$ и напорной характеристики внешней сети водоотливной установки $H_c - Q_i$ показаны в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Рабочие характеристики водоотливной установки

Q , м ³ /ч	250	300	350	400	450	500
H_c , м	159,19	161,69	164,65	168,06	171,93	176,25
H , м	260	255	250	240	215	170
η , %	0	0,55	0,67	0,70	0,69	0,68
Δh_d , м	4,1	4,2	4,7	5,0	5,7	6,5
$H_{вд}$, м	5,6	5,5	5,0	4,7	4,0	3,2

Графический анализ рабочего режима водоотливной установки показан на рисунке 4.5. Ожидаемые рабочие параметры водоотливной установки

определяем по точке пересечения паспортной напорной характеристики насоса ЦНС 400-240 $H - Q$ с гидравлической характеристикой трубопроводной сети $H_c - Q$.

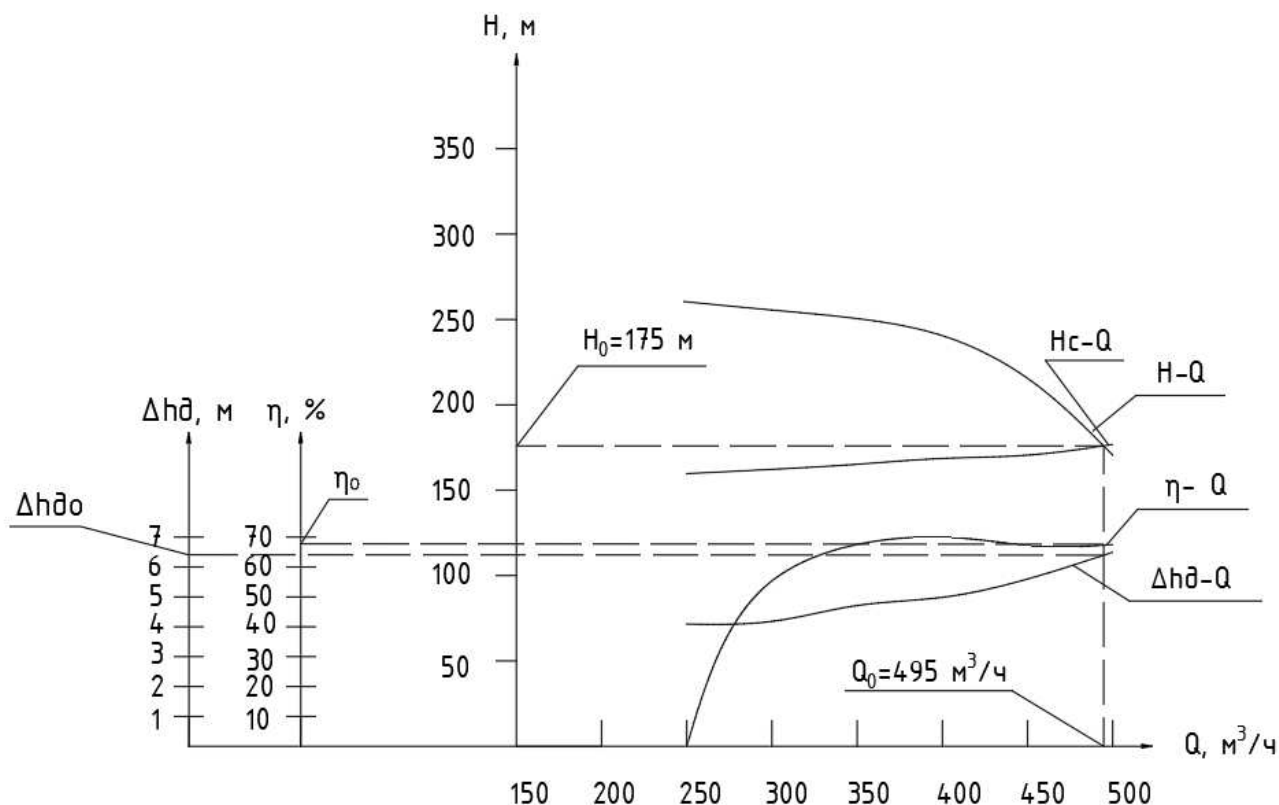


Рисунок 4.5 – Графическое определение рабочего режима водоотливной установки

Ожидаемый режим работы насоса характеризуется следующими параметрами:

- подача $Q_o=495 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- напор $H_o=175 \text{ м}$;
- КПД $\eta_o = 0,68$;
- допустимая вакуумметрическая высота всасывания $H_{\text{вдо}} = 3,3 \text{ м}$.

Проверка ожидаемого режима работы водоотливной установки:

- на обеспечение требуемого расхода
 $Q_o \geq Q_p \Rightarrow 495 > 372$ условие выполнено;
- на устойчивость
 $H_r \leq 0,9 \cdot H_o \Rightarrow 153,5 < 0,9 \cdot 175 = 157,5$ – условие выполнено;
- на экономичность
 $\eta_o \geq 0,9 \cdot \eta_{\text{max}} \Rightarrow 0,68 > 0,9 \cdot 0,70 = 0,63$ – условие выполнено;
- на отсутствие кавитации

$$\Delta h_{\text{до}} \leq \frac{p_a - p_{\text{нар}}}{\rho \cdot g} - H_B - \Delta H_B$$

$$6,3 \leq \frac{100000 - 2337}{1030 \cdot 9,8} - 3,5 - 0,9 = 6,3$$

где $\Delta H_B = \left(\lambda_B \cdot \frac{L_B}{D_B} + \sum \zeta_B \right) \cdot \frac{v_{\text{во}}^2}{2g} = \left(0,0281 \cdot \frac{10}{0,3332} + 6,5 \right) \cdot \frac{1,578^2}{2 \cdot 9,8} = 0,9 \text{ м.}$ - потери напора

во всасывающем трубопроводе;

где $v_{\text{во}} = \frac{4 \cdot Q_0}{3600 \cdot \pi \cdot D_B^2} = \frac{4 \cdot 495}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,3332^2} = 1,578 \text{ м/с}$ - ожидаемая скорость движения

воды во всасывающем трубопроводе.

$6,3 = 6,3$ – условие выполнено.

Датчик отключения насосов устанавливается на 6,3 м ниже их оси ($H_B = 6,3 \text{ м}$).

4.5. Выбор электродвигателей, определение годовых и удельных затрат электроэнергии на водоотлив

Расчётная мощность электропривода насоса:

$$N_p = k_p \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{H_0 \cdot Q_0}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_0} = 1,1 \cdot 1030 \cdot 9,8 \cdot \frac{175 \cdot 495}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,68} = 242,91 \text{ кВт}, \quad (4.18)$$

где $k_p = 1,1 \div 1,25$ – коэффициент резерва мощности, учитывающий не выявленные расчётом факторы.

В качестве привода насосов принимаем электродвигатель марки АИР355 S2 со следующими техническими характеристиками:

- номинальная мощность $N = 250 \text{ кВт}$;
- синхронная частота вращения $n = 3000 \text{ об/мин}$;
- КПД двигателя $\eta_{\text{дв}} = 95,2 \%$;

Продолжительность откачивания суточных водопритоков:

$$t_H = \frac{Q_H \cdot 24}{Q_0 \cdot z_H} = \frac{90 \cdot 24}{495 \cdot 1} = 4,4 \text{ ч}; \quad (4.19)$$

$$t_{\text{max}} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot 24}{Q_0 \cdot z_{\text{max}}} = \frac{310 \cdot 24}{495 \cdot 2} = 7,5 \text{ ч}, \quad (4.20)$$

где $z_H = 1$ – количество насосов, откачивающих нормальные водопритоки;

$z_{\text{max}} = 2$ – количество насосов, откачивающих максимальные водопритоки;

t_H – продолжительность откачивания нормальных суточных водопритоков;

t_{max} – продолжительность откачивания максимальных суточных водопритоков.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Потребление электроэнергии насосным оборудованием водоотливной установки:

$$E_{\Gamma} = 1,05 \cdot 10^{-3} \cdot \rho \cdot g \cdot \frac{24 \cdot H_0}{3600 \cdot \eta_{дв} \cdot \eta_{эс} \cdot \eta_0} \cdot [(365 - N_M) \cdot Q_H + N_M \cdot Q_{max}] = \quad (4.21)$$

$$= 1,05 \cdot 10^{-3} \cdot 1030 \cdot 9,8 \cdot \frac{24 \cdot 175}{3600 \cdot 0,952 \cdot 0,95 \cdot 0,68} \cdot [(365 - 60) \cdot 90 + 60 \cdot 310] = 925890 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где 1,05 – нормативный коэффициент, учитывающий дополнительный расход электроэнергии вспомогательным оборудованием;

$\eta_{эс} = 0,95$ – КПД электрической сети;

$N_M = 60$ сут – количество дней в году с максимальным водопритокком.

Удельный расход электроэнергии, отнесенный к единице объема откачиваемой воды:

$$e = \frac{E_{\Gamma}}{((365 - N_M) \cdot Q_H + N_M \cdot Q_{max}) \cdot 24} = \frac{925890}{((365 - 60) \cdot 90 + 60 \cdot 310) \cdot 24} = 1,95 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^3. \quad (4.22)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

5 Технология ремонта

Компания ООО «Новоангарский обогатительный комбинат» добывает и реализует золотосурьмяные руды Удерейского месторождения Мотыгинского района Красноярского края (Участок «Удерейский»).

По исходным данным (годовая производительность карьера, коэффициент вскрытия, и коэффициент крепости пород по шкале Протодяконова) рассчитывается необходимое количество выемочно-погрузочного, бурового оборудования, а также количество бульдозеров. Определяются количество и виды ремонтных работ. На основании нормативной среднегодовой трудоемкости ремонтных работ и посчитанного оборудования определяется численность ремонтного персонала и количество станочного оборудования. Также выполняется проектирование ремонтной базы, описывается сущность управления механической службой, и охрана труда и техника безопасности, при проведении ремонтных работ.

5.1 Исходные данные

Исходные данные для расчета ремонтных работ приведем в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Исходные данные

Наименование показателя	Значение
Годовая производительность карьера по полезному ископаемому: $A_{Г.ПИ}$, млн. т.	5
Коэффициент вскрытия: K_B , м ³ /м ³ .	0,74
Коэффициент крепости f пород по шкале профессора М.М. Протодяконова.	4
Климатический район.	Северный
Характеристика производства	С непрерывным технологическим процессом
Горно-транспортный комплекс	Экскаваторно-транспортно-отвальный

Вычисляем годовую производительность карьера по вскрыше и горной массе:

$$A_{ГВП} = A_{ГПИ} * K_B = 5000000 * 0,74 = 3700000 \text{ т} \quad (5.1)$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

$$A_{ГМ} = A_{ГПИ} * (1 + K_B) = 5000000 * (1 + 0,74) = 8700000 \text{ т} \quad (5.2)$$

где $A_{Г.ВП}$ - годовая производительность карьера по вскрыше, млн. т;

$A_{Г.ПИ}$ - годовая производительность карьера по полезному ископаемому (таблица 5.1), млн. т;

K_B - коэффициент вскрытия, м³/м³;

$A_{ГМ}$ - годовая производительность карьера по горной массе, млн. т.

Т.к. годовая производительность карьера 8300000 т горной массы, принимаем с прерывным технологическим процессом 305 рабочих дней в году, в 3 смены по 7 часов.

5.2 Выбор и расчет необходимого количества оборудования

Технология работ такова. На горном участке производится вскрытие золотосурьмяных руд и добыча. Эти работы выполняются с помощью экскаваторов KOMATSU PC-1250 на вскрышном участке, с емкостью ковша – 6,7 куб. метров. Машина дизельная на гусеничном ходу, может погрузить за смену 3,6 тыс. куб. метров породы и KOMATSU PC-800 на добычном участке, с емкостью ковша – 4,5 куб. метров. Машина дизельная на гусеничном ходу, может погрузить за смену 2,5 тыс. куб. метров породы. Самый верхний (первый) уступ сложенный рыхлыми и полускальными породами, экскаватор разрабатывает без предварительного взрывания. А нижележащие уступы № 2,3,4 сложенные крепкими породами, уже необходимо взрывать. Для этого буровыми станками FlexiROC D60 в породах бурятся скважины диаметром 146-250 мм, в которые закладывается взрывчатка и затем производится взрывание. И после взорванную рыхлую породу грузят в карьерные самосвалы БелАЗ - 7555, грузоподъемностью 45 тонн и вывозят на отвалы. Таким образом породы удаляют с карьера на отвалы, а вскрытую руду также с применением буровзрывной технологии дробят и вывозят на золотосурьмяные склады, а затем на обогатительный комбинат.

Для вскрытия карьерного поля и добычи полезного ископаемого принимаем:

- тип бурового станка FlexiROC D60; 2 ед
- Экскаватор на вскрышном участке KOMATSU PC-1250, 3 ед;
- Для добычных работ: KOMATSU PC-800, 2 ед;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

— для отвалообразования бульдозеры Komatsu D 275 A.

Буровой станок подходит по конструктивным особенностям, технические характеристики станка позволят разрабатывать необходимую крепость вскрывающих пород, также техническая производительность удовлетворяет потребностям предприятия. Поскольку производительность карьера достаточно небольшая, нам подходит экскаватор небольшой грузоподъемности. Марка экскаватора и бульдозер одной марки выгоднее использовать, так как данная марка обслуживается у одного производителя данного оборудования. Данное оборудование хорошо показало себя в эксплуатационной способности в условиях крайнего севера на предприятиях-аналогах Красноярского края, по сравнению с российскими аналогами. Также данное оборудование недорогое и для обслуживания требуется немного человек.

Номинальный фонд времени предприятия и ремонтные нормативы оборудования представлены в таблице 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2 - Номинальный фонд времени.

Характеристика производства	N _р , дней	n _{см} , ед.	Номинальный фонд времени работы оборудования, часы			
			T _{см}	T _{сут}	T _{мес}	T _г
С прерывным технологическим процессом	305	3	7	21	520	6240

Ремонтные нормативы основного технологического оборудования сведем в таблицу 5.3.

Таблица 5.3 - Ремонтные нормативы основного технологического оборудования

№ п/п	Оборудование	Кол-во	Масса, т	Ремонт				Трудоемкость, чел.-ч.	
				вид	периодичность, ч	продолжительность, ч	число в цикле	одного ремонта	средне-годовая
1	FlexiROC D60	2	22,6	ТО	50	4	75	8	304
				T1	250	16	15	75	240
				T2	1000	72	3	480	216
				К	12000	400	0	0	0
2	Komatsu PC-800	2	79	ТО	485	33	9	88	297
				T1	1456	88	23	403	264
				T2	20360	396	0	0	0
				К	40750	657	0	0	0
3	Komatsu PC-1250	3	111	ТО	530	48	8	120	384
				T ₁	1590	96	2	780	192

				T ₂	22260	432	0	0	0
				K	44520	720	0	0	0
4	Д- 275А	2	50,8	ТО	200	8	21	16	168
				T ₁	500	48	3	96	144
				T ₂	1000	72	2	192	144
				K	6000	360	0	0	0

5.3 Определение количества и видов ремонтных работ

Количество и виды технических обслуживаний и ремонтов являются исходной информацией для составления годового и месячного графиков ремонтных работ по каждой единице принятого к эксплуатации оборудования.

Определяем количество и виды, технических обслуживаний и ремонтов для станка FlexiROC D60.

Определяем количество капитальных ремонтов:

$$N_K = \frac{H_r + H_k}{K} = \frac{3985,3 + 0}{12000} = 0$$

(5.3)

где H_r - планируемая выработка на год, ч:

$$H_r = T_r \cdot k_{II}^n - T_p = 6240 \cdot 0,85 - 1318,7 = 3985,3 \text{ ч.} \quad (5.4)$$

где $k_{II}^n = 0,8...0,9$ - планируемый коэффициент использования машины в смену;

T_p - количество часов, затрачиваемых на ремонт в планируемом году.

$H_k = 0$ - выработка машины от предыдущего капитального ремонта, ч.

$$T_p = \frac{T_r \cdot (T_{TO} \cdot N_{TO}^{II} + T_{T1} \cdot N_{T1}^{II} + T_{T2} \cdot N_{T2}^{II} + T_K \cdot N_K^{II})}{K} =$$

$$\frac{6240 \cdot (4 \cdot 75 + 16 \cdot 15 + 72 \cdot 3)}{12000} = 1318,7 \text{ ч;}$$

(5.5)

где $T_{TO}, T_{T1}, T_{T2}, T_K$, - продолжительность, соответственно, одного технического обслуживания, первого текущего, второго текущего и капитального ремонтов, ч;

T_r - номинальный фонд времени работы оборудования в год, ч;

$N_{TO}^{II}, N_{T1}^{II}, N_{T2}^{II}, N_K^{II}$ - число в цикле, соответственно, технического обслуживания, первого текущего, второго текущего и капитального ремонтов, ед.

Определяем количество вторых текущих ремонтов:

$$N_{T2} = \frac{H_r + H_{T2}}{T_2} - N_K = \frac{3985,3 + 0}{1000} - 0 \approx 3,98 = 3 \quad (5.6)$$

Определяем количество первых текущих ремонтов:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{T1} = N_K - T1 \cdot n_1 = 0 - 825 \cdot 0 = 0 \text{ ч};$$

Определяем количество технических осмотров:

$$N_{T0} = \frac{H_T + H_{T0}}{T0} - N_K - N_{T2} - N_{T1} = \frac{4183,9 + 0}{165} - 0 - 2 - 2 \approx 21,35 = 21 \text{ ед.}$$

Посчитанные величины сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 - Количество и виды ремонтных работ оборудования

Вид оборудования	N_{T0}	N_{T1}	N_{T2}	N_K
FlexiROC D60	75	15	3	0
Komatsu PC-1250	8	2	0	0
Komatsu PC-800	9	3	0	0
Д275А	21	3	2	0

В результате расчетов были получены количества капитальных ремонтов, а также первых и вторых ремонтов для каждого оборудования отдельно (буровой станок FlexiROC D60, экскаватор Komatsu PC-800 и Komatsu PC-1250, бульдозер Komatsu D275A). Величины каждого из видов ремонта, а также общее время, затрачиваемое на ремонт указаны в таблице 5.4.

В соответствии с рассчитанным количеством и видами технических обслуживаний и ремонтов составили графики ППР: годовой – приложение 1 и месячный – приложение 2.

5.4 Расчет численности ремонтного персонала

Годовая суммарные трудозатраты, чел.-часов:

$$T_H = (t_{T0}^1 + t_{T1}^1 + t_{T2}^1 + t_K^1) \cdot N^1 + (t_{T0}^2 + t_{T1}^2 + t_{T2}^2 + t_K^2) \cdot N^2 + (t_{T0}^3 + t_{T1}^3 + t_{T2}^3 + t_K^3) \cdot N^3 = (304 + 240 + 216) \cdot 2 + (297 + 264) \cdot 2 + (384 + 192) \cdot 3 + (168 + 144 + 144) \cdot 2 = 6802 \text{ чел. -ч.} \quad (5.9)$$

где $t_{T0}^i, t_{T1}^i, t_{T2}^i, t_K^i$ - нормативная среднегодовая трудоемкость соответственно технических осмотров, первых, вторых текущих и капитальных ремонтов i -го оборудования, чел.-час.;

N^i - число единиц отдельных видов оборудования, принятых к эксплуатации.

Плановая численность производственных рабочих:

$$M = \frac{\alpha \cdot T_H}{D_p \cdot k_{п.в.}} = \frac{1,7 \cdot 6802}{1451,6 \cdot 1,1} = 8, \quad \text{чел} \quad (5.10)$$

где $\alpha = 1,4 \dots 1,7$ - коэффициент, учитывающий выполнение внеплановых работ;

$k_{п.в.} = 1,1 \dots 1,15$ - коэффициент выполнения норм выработки рабочими;

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ				

Определяем количество станков:

$$N_{\text{СТ}} = \frac{\delta \cdot \alpha \cdot T_{\text{Н}}}{m \cdot D \cdot k_{\text{и}}} = \frac{0,35 \cdot 1,7 \cdot 6802}{1 \cdot 2040 \cdot 0,6} \approx 3,3 = 4, \quad \text{ед.}$$

(5.16)

где $\delta = 0,3 \dots 0,35$ - коэффициент станочных работ;

m - число смен работы станков в сутки;

$D = 2040$ - годовой фонд рабочего времени одного станка, час;

$k_{\text{и}} = 0,6 \dots 0,65$ - коэффициент использования станков в течении смены.

Принимаю минимальное количество станков $N_{\text{СТ}} = 8$ ед.

Распределение станков по их типам представлены в таблицах 5.6 и 5.7.

Таблица 5.6 - Типы станков и их количество

Типы станков	Количество станков
Токарно-винторезные	2
Сверлильные	1
Фрезерные	1
Строгальные	1
Зуборезные	1
Заточные	1
Электрогазосварочные посты	1

Таблица 5.7. – Характеристики станков и их количество

№ пп	Тип станка	Марка станка	Количество	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
1	Токарно-винторезные	1Д63А	2	5110x1690x1275	4000
2	Сверлильные	2А135	1	1240x810x2500	1300
3	Фрезерные	6Н13	1	2570x2252x2430	4300
4	Строгальные	7231А	1	2450x1230x1500	850
5	Зуборезные	5А12	1	1170x1120x1750	1650
6	Заточные	5822	1	2510x2025x1480	2850
7	Электрогазосварочный пост	ТДМ-401	1	555x585x848	160

В результате расчетов было получено общее количество станков, необходимое для ремонта оборудования, а также в таблицах 5.6 и 5.7 было

расписано количество станков по их типам, и по маркам, с их характеристиками, такие как габаритные размеры станка и его масса.

5.6 Проектирование ремонтной базы

Расчет производственных площадей в зависимости от типа ремонтного предприятия, объема ремонтных работ проводят следующими способами: по рассчитанному станочному оборудованию, по количеству производственных рабочих и по площади пола, занятой оборудованием.

Рассчитываем производственные площади по площади пола, занятой оборудованием, м²:

$$F_1 = \sum N_{cmi} \cdot f_o = 2 \cdot 45 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 10 + 1 \cdot 25 + 1 \cdot 25 = 225 \quad \text{м}^2$$

(5.16)

где N_{cmi} – количество станков определенной группы;

f_o – удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м². (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования

Группа станков	Габаритные размеры станка, мм		$f_o, \text{м}^2$
	ширина	длина	
Мелкие	до 600	до 1200	10–12
Средние	до 2000	до 4000	15–25
Крупные	до 4000	до 8000	30–45
Особо крупные	до 6000	до 15000	50–150

Площадь остальных производственных цехов и отделений принимаем по таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Площади производственных цехов и отделений

№ п/п	Цех или отделение	$F, \text{м}^2$
1	Участок наружной мойки	30–35
2	Участок разборки оборудования	20–30
3	Контрольно-сортировочный склад деталей	25–30
4	Отделение мойки деталей	20–25
5	Отделение сортировки	15–17
6	Отделение комплектовки	25–30
7	Испытательное отделение	25–30
8	Отделение ремонта электрооборудования	15–20
9	Отделение ремонта корпусных деталей и рам	20–25
10	Штамповочное отделение	15–20

11	Цех сборки машин и агрегатов	20–25
12	Малярное отделение	40–50
13	Кузнечно-прессовое отделение	24–26
14	Термическое отделение	24–26
15	Электрогазосварочное отделение	25–30
16	Гальваническое отделение	20–25
17	Компрессорная станция	25–30
18	Трансформаторная подстанция	25–30
19	Газотермическое отделение	30–35

Получаем:

$$F_2 = \sum F_{ц} = 35 + 30 + 30 + 25 + 15 + 30 + 30 + 20 + 25 + 20 + 25 + 50 + 25 + 25 + 30 + 25 + 30 + 30 + 35 = 510 \text{ м}^2,$$

Определяем общую производственную площадь:

$$F = F_1 + F_2 = 225 + 510 = 735 \text{ м}^2.$$

Общая площадь ремонтной базы:

$$F_{\text{общ}} = F + F_B + F_A + F_{\text{Б}} = 735 + 183,75 + 44,1 + 110,25 = 1073, \quad \text{м}^2$$

(5.17)

где F_B - площадь вспомогательных помещений:

$$F_B = (0,2 \dots 0,25)F = 0,25 \cdot 735 = 183,75, \quad \text{м}^2$$

(5.18)

где F_A - площадь административных помещений:

$$F_A = 0,06 \cdot F = 0,06 \cdot 735 = 44,1, \quad \text{м}^2$$

(5.19)

где $F_{\text{Б}}$ - площадь бытовых помещений:

$$F_{\text{Б}} = 0,15 \cdot F = 0,15 \cdot 735 = 110,25, \quad \text{м}^2$$

(5.20)

Схемы, конструкции и размеры производственных машиностроительных зданий унифицированы и регламентируются нормами Госстроя СН-118-68. Эти нормы применяют и для проектирования ремонтных предприятий.

Унифицированные здания предусматривают блочное размещение цехов и отделений предприятия, как правило, в одном многопролетном здании. Такое размещение цехов и отделений значительно снижает стоимость строительства и эксплуатации зданий, улучшает условия маневрирования при перепланировке производства.

Здания в плане должны быть близкими к квадрату или короткому прямоугольнику. В этом случае при одной и той же площади периметр здания является минимальным.

Схему производственного потока ремонта принимаем прямоточную: без встречных и перекрестных грузопотоков.

Все цехи и отделения ремонтного предприятия делим на зоны:

1. *Зона разборки.* В нее войдут участки разборки и мойки оборудования, отделение сортировки, контрольно-сортировочный склад деталей. Ее площадь составит 48 м².

2. *Зона сборки.* В нее войдут отделения: комплектовки, испытательное, малярное; цех сборки машин и агрегатов. Ее площадь составит 135 м².

3. *Зона холодной обработки.* В нее войдут отделения ремонта электрооборудования и корпусных деталей, механический цех. Ее площадь составит 145 м².

4. *Зона горячей обработки.* В нее войдут термическое, гальваническое, штамповочное, кузнечно-прессовое отделения. Ее площадь составит 60 м².

5. *Зона сварки.* В нее войдут электрогазосварочное и газотермическое отделения. Ее площадь составит 48 м².

6. *Зона вспомогательных цехов и служб.* В нее войдут склад запасных частей, склад инструмента и инвентаря, инструментальная раздаточная, трансформаторная подстанция, компрессорная станция. Ее площадь составит 84 м².

7. *Зона движения грузопотоков.* Ее площадь составит 216 м².

8. *Зона административных помещений.* Ее площадь составит 36 м².

9. *Зона бытовых помещений.* Ее площадь составит 72 м².

При проектировании плана ремонтной базы учитываются унифицированные размеры пролетов зданий ремонтной базы. Унифицированные здания предусматривают блочное размещение цехов и отделений предприятия, как правило, в одном многопролетном здании. Такое размещение цехов и отделений значительно снижает стоимость строительства и эксплуатации зданий, улучшает условия маневрирования при перепланировке производства. Здания в плане должны быть близкими к квадрату или короткому прямоугольнику. В этом случае при одной и той же площади периметр является минимальным. Принимается одноэтажное здание ремонтной базы с мостовыми кранами со стандартным шагом колонн 6 м.

Технологическая схема ремонтной базы предприятия с прямолинейной зоной движения грузопотоков приведена на рисунке 5.1.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

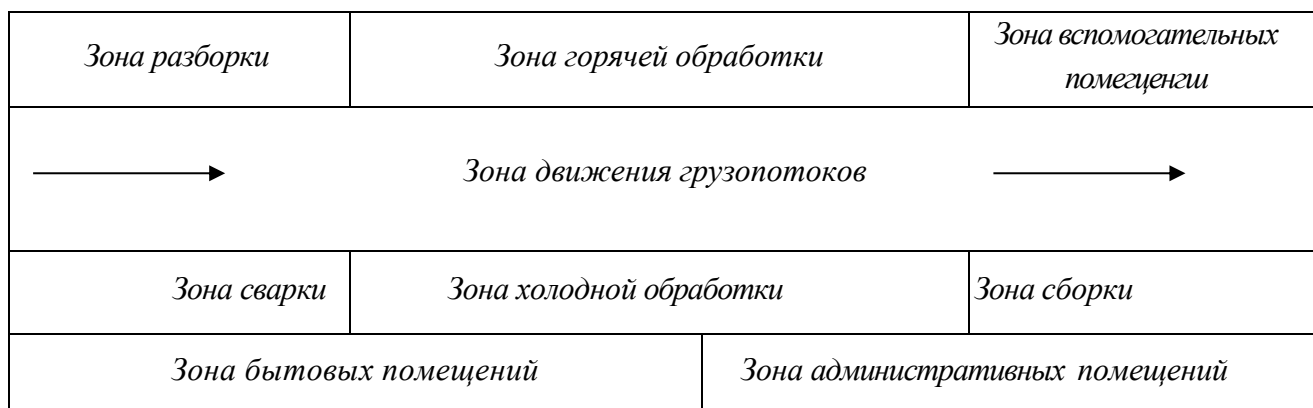


Рисунок 5.1 - Технологическая схема ремонтной базы предприятия с прямолинейной зоной движения грузопотоков

В соответствии со схемой производства эти зоны наносим на план ремонтной базы, а затем в каждой зоне размещаем соответствующие цехи, отделения и службы.

Высоту до подкрановых путей определяют по формуле:

$$H_1 = A + B + D = 2,5 + 4 + 2,15 = 8,65, \text{ м}$$

(5.21)

где A – максимальная высота станков, м.;

B – зазор между станками и краном, м.

Принимаем стандартное $H_1 = 8,15$ м. [19].

Определяем высоту пролета:

$$H = H_1 + h = 8,65 + 2 = 10,65, \text{ м}$$

(5.22)

где $h \geq 2$ - расстояние от рельсовых путей до нижней части фермы, м.

Принимается стандартное значение $H = 10,8$ м.

Определяем строительную высоту:

$$H_c = H + a = 10,65 + 2 = 12,65, \text{ м}$$

(5.23)

где $a = 2$ - высота фермы, м.

Принимается стандартный шаг колонн – 6 м.

Определяем длину пролета:

$$S = t \cdot n = 6 \cdot 6 = 36, \text{ м.}$$

В итоге принимаем одноэтажное здание, оборудованное мостовыми кранами, с длиной 36 м и шириной 30 м и имеющее следующие параметры:

ширина пролета $L = 36$ м;

высота пролета $H = 10,65$ м;

создаваемых автоматизированных системах управления производственными объединениями и автоматизированных системах управления технологическими процессами разрезов. Предусматривают подсистемы, предназначенные для осуществления автоматизированного управления эксплуатацией оборудования.

Они должны осуществлять оптимальное планирование, технический учёт и оперативный контроль наличия и технического состояния оборудования, технического обслуживания и ремонта, учёт и анализ простоев, движение запасных частей с использованием экономико-математических и организационных методов, электронно-вычислительной техники, средств хранения, сбора, представление и передачи информации.

5.8. Виды износов оборудования

Износом называют постепенное снижение эксплуатационных характеристик изделий, узлов или оборудования в результате изменения их формы, размеров.

Причины износа:

- трение;
- статические, импульсные или периодические механические нагрузки;
- температурный режим, особенно экстремальный.

Замедляют старение следующие факторы:

- конструктивные решения;
- применение современных и качественных смазочных материалов;
- соблюдение условий эксплуатации;
- своевременное техническое обслуживание, планово–предупредительные ремонты.

Таблица 5.9 – Виды износа

Виды износа	Износ
Коррозионно-механическое	Происходит в сопровождении с химической или электрической средой. Такому виду изнашивания подвергаются насосы водоотлива, при откачке химически агрессивных сред; электрические контакты выключателей и т.д.
Абразивное	Механическое изнашивание в результате воздействия породы на деталь, например, на буровой инструмент, нож отвала бульдозера, зуб ковша



Рисунок 5.3 – Вал гидромотора хода экскаватора РС-800

Во время проведения любых ремонтных работ осуществляется осмотр всего редуктора. К нему относятся подшипники вращения, к которым присоединен вал, а также посадочные места.

Восстановление посадочного места так же необходимо, когда в при визуальном осмотре были обнаружены следы поворотов. Вал должен надежно закрепляться в обойме подшипника. В процессе производства электродвигателя, вал устанавливается при помощи огромных усилий. Если данное условие не выполняется, происходит перегрев вала, что приводит к постепенному износу посадочной поверхности. Поэтому необходимо выполнять регулярный ремонт посадочного места для долговечность всех конструктивных элементов.

При значительном износе посадочного места или вала подшипника применяют способ наплавки металлом. Перед этим мастер проводит дополнительную механическую обработку поверхности для получения необходимого посадочного места.

5.10 Обоснование выбора метода восстановления детали

Выбор того или иного способа зависит от многих факторов, таких как технические возможности предприятия, объем ремонтных работ, сложность конфигурации детали, технические условия на изготовление детали и др. Предпочтение отдается тому способу, который обеспечит выполнение ремонтных работ с наибольшей экономической эффективностью.

Рассмотрим несколько способов восстановления изношенных поверхностей детали.

- 1) Наплавка материала.

										Лист
										93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					

Наплавочные работы широко применяют при восстановлении изношенных деталей. Применение наплавки рабочих поверхностей позволяет не только восстановить размеры детали, но и повысить их долговечность и износостойкость путем нанесения металла соответствующих химического состава и физико-механических свойств.

Процесс наплавки имеет достаточно высокую производительность, прост по техническому исполнению, обеспечивает высокую прочность соединения наплавленного металла с основным.

Сущность процесса наплавки состоит в том, что одним из источников нагрева присадочный металл расплавляется и переносится на наплавляемую поверхность. При этом расплавляется металл поверхностного слоя основного металла и вместе с расплавленным присадочным металлом образует слой наплавленного металла.

Напыление металла представляет собой перенос расплавленного металла на предварительно подготовленную поверхность потоком сжатого воздуха. Расплавленный металл распыляется потоком воздуха на мелкие частицы, которые ударяются о поверхность детали и соединяются с ней, образуя слой покрытия. Соединение с поверхностью носит в основном механический характер, реже — сварочно-наплавочный.

В зависимости от источника нагрева напыление бывает газопламенным, электродуговым, плазменным, электроискровым и др.

2) Плазменное напыление.

Наибольшее применение в ремонтном деле находит плазменное напыление. Источником для расплавления наплавочных материалов служит высокотемпературная плазма.

В качестве напыляемых материалов применяются наплавочные проволоки сплошного сечения, порошковые проволоки или порошки.

Высокое качество напыленного слоя достигается применением аргона или азота для транспортировки порошка в зону плазмы и распыления расплавленного металла. Аргон обеспечивает защиту расплавленного металла от окисления. Для процесса плазменного напыления применяются специальные установки, включающие в себя источник постоянного тока (чаще выпрямитель), плазмотрон и шкаф управления.

Процесс плазменного напыления применяется для восстановления размеров шеек коленчатых валов и других деталей цилиндрической формы.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Достоинства плазменного напыления состоят в следующем: высокое качество покрытия, высокая производительность, возможность регулирования параметров процесса напыления.

К недостаткам необходимо отнести более высокую электроопасность из-за повышенного напряжения дежурной дуги, невысокий к.п.д. процесса.

Электроискровое легирование

Сущность процесса электроискрового легирования основана на использовании плазменных импульсных искровых разрядов в воздушной среде при периодическом контактировании электрода с изделием, вследствие чего осуществляется перенос и осаждение расходуемого материала электрода на поверхность изделия. При электроискровом легировании для упрочнения инструмента и технологической оснастки в качестве электродов применяют твердые сплавы (Т15К6, Т17К12, ВК6, ВК8, ВК20 и др.), материалы на основе карбидов и боридов металлов (TiC, WC, Mo₂B₅, CrB₂, TaB₂ и др.), графит и др. Инструмент и детали технологической оснастки подвергаются электроискровому легированию после заточки и доводки.

Возникновение кратковременного электрического импульса, вызывает расплавление легирующей основы электрода и перенос её на обрабатываемую поверхность. Отсюда, другое название процесса, — «электроискровое покрытие», «электроискровое упрочнение».



Рисунок 5.4 – Электроискровое легирование

Благодаря широкой гамме материалов, которые могут быть использованы при ЭИЛ, участию межэлектродной среды в процессе формирования поверхностных слоев, можно в широких пределах изменять

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

механические, термические, электрические, термоэмиссионные и другие свойства рабочих поверхностей деталей.

Область применения

Увеличение износостойкости:

- металлорежущего инструмента (сверл, фрез, метчиков, ножей для гильотинных ножниц и т. д.);
- трущихся поверхностей деталей машин, рабочих и исполнительных органов различного назначения (шейки валов, втулки, рычаги, толкатели, шатуны, клапаны, лопатки и детали компрессорных машин, турбин, роторов), в том числе: кулачки и рычаги распределительных валов автомобилей, зубья шестерен синхронизатора коробки передач автомобилей и т. д.
- медицинского инструмента (различные пинцеты, зажимы Кохера, Бильрота, Люэра, Федорова, Микулича и др.)

Упрочнение:

- технологической оснастки;
- штампов для холодной обработки металлов (вырубные, пробивные, монтажные, гибочные и т. д.);
- штампов для горячей обработки металла (формообразующие, обрезные);
- деталей машин работающих в условиях абразивного изнашивания.

Восстановление:

- размеров изношенных деталей машин с приданием их поверхностям новых свойств;
- устранение на поверхности неглубоких дефектов в виде выбоин, вмятин, царапин.

Достоинства электроискрового легирования:

– возможность локального формирования покрытий в строго указанных местах радиусом от долей миллиметра и более, не защищая при этом остальную поверхность;

– высокая адгезия с основным материалом;

– отсутствие нагрева и деформаций изделия в процессе обработки;

– возможность использования в качестве электродов различных токопроводящих материалов, как из чистых металлов, так и их сплавов, порошковых материалов и др.;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

- сравнительная простота технологии, которая не требует специальной предварительной обработки поверхности;
- простота обслуживания и надежность оборудования, которое малогабаритно и транспортабельно;
- низкая энергоемкость ручных и механизированных процессов (0,5 - 2,0 кВт);
- высокий коэффициент переноса материала (60-80%).

К недостаткам электроискрового легирования можно отнести следующее:

- необходимость погружения детали в раствор электролита, что для массивных деталей приведет к увеличению размеров ванны и количества электролита.
- низкая производительность процесса (0,5–2 см²/мин);
- - небольшая толщина слоя покрытия (15–60 мкм).

Выбирая рациональный способ восстановления, руководствуются тремя критериями:

- технологическим критерием или критерием применимости;
- критерием долговечности;
- технико-экономическим критерием (отношением себестоимости восстановления к коэффициенту долговечности).

При электроискровом легировании (ЭИЛ) металлических поверхностей в процессе формирования поверхностного слоя на катоде происходит интенсивное взаимодействие жидких фаз материала электродов, способствующее установлению между ними химической связи и развитию объемных процессов само- и гетеродиффузии, образованию интерметаллида и т.п. Помимо явлений в жидкой фазе, из которой формируется слой покрытия, во многих случаях наблюдается диффузия элементов электрода в основу в твердой фазе. Все эти физико-химические изменения в поверхностном слое детали обусловлены возникновением в зоне разряда высоких температур (10–11 тыс.°С) при повышенном давлении (сотен тысяч Па), термоупругих напряжений, высокоскоростной пластической деформации, а также микрометаллургическими процессами, протекающими в экстремальных условиях за счет прохождения мощного (до 10⁵–10⁶ А/мм²) импульса тока. В этом случае взаимодействие материалов электродов, кристаллизация, диффузионные явления происходят в крайне неравновесных условиях. Присутствие в зоне столь высоких температур азота воздуха и различных легирующих элементов, входящих в состав электрода-анода, позволяет не только наращивать поверхность детали, но и

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

легировать ее, улучшая физические и химические свойства металлических поверхностей.

Выбор метода восстановления валов выбираем по следующим параметрам, возможность локального формирования покрытий в строго указанных местах радиусом от долей миллиметра и более, не защищая при этом остальную поверхность; высокая адгезия с основным материалом; отсутствие нагрева и деформаций изделия в процессе обработки; возможность использования в качестве электродов различных токопроводящих материалов, как из чистых металлов, так и их сплавов, порошковых материалов и др.; сравнительная простота технологии, которая не требует специальной предварительной обработки поверхности; простота обслуживания и надежность оборудования, которое малогабаритно и транспортабельно; низкая энергоемкость ручных и механизированных процессов (0,5 - 2,0 кВт); высокий коэффициент переноса материала (60-80%); долговечность. Нам подходит метод электроискрового легирования

5.11 Технология восстановления детали электроискровым легированием

Технологическая карта восстановления вала:

1) Перед восстановлением деталь необходимо промыть в керосине. Моечная операция производится на моечной машине AM500. Которая представлена на рисунке 5.5.



Рисунок 5.5 – Моечная машина AM500

2) После промывки необрабатываемые поверхности покрыть специальной липкой лентой.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

3) Перед восстановлением необходимо произвести выдержку детали в электролите в течении 5-6 мин.

4) Произвести восстановление методом электроискрового легирования. Режимы электроискровой обработки определяются в основном силой тока. Восстановление проводят при токе более 10 А так как на этих режимах получается наибольшая производительность – наращивание металла.

Варьируя скважность и частоту импульсов, можно изменять как производительность, так и качество обработки и размер зерна. Немаловажным в процессе электроискровой обработки является выбор материала электрода. В качестве электрода выбираем материал с высокой твердостью и износостойкостью (твердые сплавы, в основном на основе карбидов вольфрама и титана, серый или белый чугун, твердые сплавы на основе карбида титана с различными связками (сталь, никель, молибден, интерметаллиды)), изготовленные по технологии СВС-прессования, небольшие ультрадисперсные добавки алмаза с размером частиц 40-60 нм в состав электродного материала приводят к существенному измельчению его структуры и увеличению сплошности, толщины и износостойкости электроискровых покрытий.

Процесс восстановления производится на установке электроискрового легирования (УЭИЛ). Вал с одной стороны закрепляется в патроне, а с другой поджимается задним центром. В процессе восстановления патрон вращается для получения равномерного покрытия на обрабатываемой поверхности.



Рисунок 5.6 – Установка электроискрового легирования (УЭИЛ)

5) После восстановления деталь промыть в горячей воде и просушить.

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					

Технологическая карта восстановления вала гидромотора хода экскаватора РС-800 находится в приложениях 1 и 2.

В данной части определены виды и количества ремонтов данной данного оборудования, которое соответствуют составленным графикам ППР.

Также было рассчитано количество рабочих, необходимых для выполнения годового объема ремонтных работ. Применение комплексного подхода к определению численности ремонтного персонала. Кроме того, данный подход делает возможным создание и внедрение норм времени на техническое обслуживание и ремонт оборудования, отвечающих современным организационно-производственным условиям деятельности.

Также была выбрана схема ремонтной базы и посчитаны ее параметры. Параметры соответствуют унифицированным размерам для зданий ремонтной базы.

Для ремонта выбрана изнашиваемая деталь – вал гидромотора хода экскаватора РС-800 и составлена технологическая карта ремонта данной детали.

6 Специальная часть. Совершенствование технологического процесса технического обслуживания и ремонта двигателей внутреннего сгорания горных машин в условиях Удерейского месторождения

6.1 Обоснование необходимости проектирования

Коленчатый вал – это одна из основных и ответственных деталей кривошипно-шатунного механизма двигателя. Из конструкторско-технологической характеристики детали следует, что коленчатый вал является сложной с конструктивной стороны деталью, отличающейся металлоемкостью и значительной стоимостью. К коленчатому валу предъявляют требования наиболее полной статической и динамической уравновешенности, высокой прочности, жесткости и отсутствия опасных изгибающих напряжений.

Наиболее часто встречающимися дефектами являются износ коренных и шатунных шеек. Остальные дефекты встречаются реже. Из анализа износного состояния валов, взятых из ремонтного фонда предприятия, выявлено, что требуют восстановления более 60% валов от общего количества валов,

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

поступающих в ремонт. Внедрение технологии восстановления позволит еще более полно использовать остаточный ресурс деталей.

Наибольшее количество двигателей, установленных на грузовой автотранспорт предприятия, имеют марку ЯМЗ 240. Выбор способа, разработка технологии и на основании этого проектирование участка восстановления коленчатых валов является актуальным в плане снижения себестоимости ремонта двигателей.

Таким образом, на проектируемом участке будет восстанавливаться 100 коленчатых валов, приведенных к ЯМЗ-240.

6.2 Расчет годовой программы участка восстановления коленчатых валов

Годовой объем работ по восстановлению отдельных деталей определяют исходя из числа капитальных ремонтов машин и их составных частей, т.е. по формуле:

$$A_v = K_k \cdot n \cdot N_v, \quad (6.1)$$

где K_k – число капитальных ремонтов машин определенной марки или их составных частей, в которых установлена данная деталь;

n – количество восстанавливаемых деталей определенного наименования на одной машине;

N_v – коэффициент восстановления деталей данного наименования.

Число капитальных ремонтов двигателей для нужд капитального и текущего ремонта определим по формуле:

$$K_a = N \cdot P_1 \cdot P_2 (O_k + O_T), \quad (6.2)$$

где N - число машин данной марки;

P_1 - поправочный коэффициент к среднегодовому коэффициенту охвата капитальным ремонтом, учитывающий зональные условия эксплуатации;

P_2 - поправочный коэффициент, учитывающий средний возраст машин;

O_k - коэффициент охвата капитальным ремонтом машин данной марки;

O_T - коэффициент охвата текущим ремонтом

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		102

Произведем расчеты по вышеуказанной методике для автомобилей с двигателями ЯМЗ, эксплуатируемых на Удерейском месторождении. Расчет количества капитальных ремонтов двигателей приведем в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Годовая программа ремонта двигателей

Марки машин	Кол-во машин, шт.	Коэффициент охвата капитальным ремонтом, O_k+Q_T	Поправочные коэффициенты		Количество ремонтов, $K_a^{об}$
			P_1	P_2	
МОАЗ	35	0,6	0,9	0,8	15
БелАЗ	86	0,6	0,9	0,9	42
Итого:					57

Для определения годовой программы участка восстановления деталей наплавкой в чел.-ч., определим трудоемкость восстановления одной детали, к которой приведем остальные. В качестве детали приведения выбираем коленчатый вал ЯМЗ-240, для которого разработана технология восстановления. По данным таблицы 2.1 в ремонтной мастерской будет ремонтироваться 57 двигателей. Пользуясь формулой (6.1) определим количество восстанавливаемых коленчатых валов. Коэффициент восстановления коленчатого вала ЯМЗ-240 составляет 0,58...0,7. Принимаем для условий мастерской $H_v=0,7$, тогда:

$$A_v=57 \cdot 1 \cdot 0,7=40 \text{ шт.}$$

С учетом того, что восстановление коленчатых валов является востребованным, окончательно годовую программу участка принимаем с коэффициентом дополнительной загрузки за счет сторонних организаций - Новоангарского обогатительного комбината в количестве 100 единиц.

6.3 Анализ дефектов коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240

В процессе эксплуатации коленчатый вал изнашивается. Используя, данные производственных и ремонтных предприятий в ГОСНИТИ разработаны технологические требования на капитальный ремонт двигателя ЯМЗ-2340, в которых в виде таблицы приведены обобщенные данные по дефектам, встречающимся у поступивших на капитальный ремонт валов.

Таблица 6.2 - Карта дефектации коленчатого вала

Наименование и номер контролируемого дефекта	Размеры, мм		Способы и средства контроля	
	По чертежу	Допустимые	Наименование	Обозначение или погрешность
1	2	3	4	5
1. Износ шатунных шеек	$-0,015$ 1Н 88 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P1 87,75 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P2 87,50 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P3 87,25 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P4 87,00 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P5 86,75 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	$-0,015$ P6 86,50 $-0,030$	—	Микрометр рычажный	МР 100 ГОСТ 4381-80
	Допуск круглости и профиля продольного сечения 0,008			Микрометр Рычажный
2. Износ коренных шеек	1Н 109,98 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P1 109,73 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P2 109,48 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P3 109,23 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P4 109,98 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P5 109,73 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
	P6 109,48 $_{-0,015}$	—	Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
Допуск круглости и профиля продольного сечения 0,008			Микрометр рычажный	МРИ 125-0,002 ГОСТ 4381-80
3.Износ 5-й коренной шейки по длине	75 $^{+0,12}$	75,16	Пробка или нутромер индикаторный	8140-07516Д ОСТ 70.0001.024-80 или

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

104

10.Износ поверхностей отверстий под штифты (проверять в случае ослабления посадки штифтов)	$16_{-0,034}^{-0,016}$	15,99	Пробка или нутромер	8133 – 05995Д ОСТ 70.0001.024-80 или МК 25 - 2 ГОСТ 6507 -78
11.Износ поверхности штифта	$16_{-0,011}$	15,98	Скоба или микрометр	8133 – 05995Д ОСТ 70.0001.024-80 МК 25 - 2 ГОСТ 6507 -78
12.Радиальное биение 2-й, 3-й и 4-й коренных шеек относительно общей оси 1-й и 5-й шеек	Допуск биения:		Плита Призмы Штатив Индикатор	2-1-1000*630 ГОСТ 10905-86 2-2-1 ГОСТ 5641-82 Ш-11-Н-8 ГОСТ 10197-70 ИЧ 10Б кл. 1 ГОСТ 577-68
	0,03	0,04		
13.Износ поверхности под манжету	$140_{-0,105}^{-0,043}$	139,70	Скоба или микрометр	8111 – 05995Д ОСТ 70.0001.024-80 МК 75 - 2 ГОСТ 6507 -78
	Риски, задиры, наволакивания не допускаются			

6.4 Выбор и обоснование способа восстановления шеек коленчатого вала

Поступившие на входной контроль валы классифицируются по четырем группам: 1 – аварийный излом вала; 2 – валы, не проходящие, дефектацию по наличию внутренних трещин подлежат выбраковке; 3 – валы, идущие на шлифовку под ремонтный размер; 4 – валы, идущие на восстановление.

Как показывает практика 2% коленчатых валов, поступивших в ремонт, имеют аварийный излом, 4% валов выбраковывают при дефектации, 61% валов восстанавливают самым дешевым способом на сегодняшний день- шлифованием под ремонтный размер, а 33% поступивших в ремонт валов необходимо восстанавливать другими более сложными способами.

6.4.1 Способ шлифования шеек до ремонтных размеров

Шейки коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240 имеют шесть ремонтных размеров, указанных в таблице 6.2.

Способ шлифования шеек коленчатого вала до ремонтных размеров наиболее полно удовлетворяет требованиям обеспечения выносливости и сопротивления усталости. При восстановлении шеек этим способом их твердость и сопротивление усталости находятся в пределах 80...90% от соответствующих параметров новых валов. Способ отличается простотой и сравнительно низкой стоимостью, однако не позволяет ремонтировать валы, шейки которых прошли все перешлифовки под ремонтный размер. Кроме того, применение данного способа ремонта требует использования вкладышей с различными ремонтными размерами

6.4.2 Способы наплавки шеек стальных коленчатых валов

Способы электродуговой наплавки коренных и шатунных шеек стальных коленчатых валов автотракторных двигателей классифицируются по следующим признакам:

1. По применению флюса: а) без флюса; б) с флюсом.
2. По количеству наплавляемых слоев: а) однослойные; б) многослойные.
3. По виду наплавочного материала (электрода): а) электродом; б) стальной проволокой; в) лентой; г) порошковой проволокой.
4. По количеству наплавочных электродов: а) одноэлектродные; б) многоэлектродные.
5. По среде наплавки: а) в среде газа; б) в среде жидкости.
6. По расположению наплавляемого слоя шейки: а) по винтовой линии; б) широкослойная.

Способ наплавки в защитных газах

Способ характеризуется непрерывной подачей газа в зону горячей дуги и расплавленного металла, что обеспечивает хорошее качество наплавляемого слоя. При этом применяются инертные газы, углекислый газ и газовые комбинированные смеси. Используются сварочные (Св-08ГС;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

Св-08Г2С; Св-10ГС), наплавочные (Нп-30ХГСА), порошковые (Пп-АН-4; Пп-АН-5) проволоки.

Наплавку с применением инертных газов отличает высокая стоимость процесса из-за значительной стоимости самих инертных газов, и поэтому такая наплавка не применяется для массового восстановления коленчатых валов. Для наплавки в среде углекислого газа характерно снижение механических свойств наплавляемого металла.

Способ вибродуговой наплавки шеек стальных коленчатых валов

При данном способе используется проволока Св-0,8А; Нп-30, флюсы: АН-348А, АН-60. Основным достоинством этого процесса наплавки является то, что происходит небольшой нагрев детали и малая зона термического влияния. Однако, в связи с тем, что в наплавленном слое металла образуются дефекты (поры, раковины) и, следовательно, с недостаточной износостойкостью и сопротивлением усталости восстановленных этим способом коленчатых валов, способ не нашел широкого применения.

Способ многоэлектродной наплавки

Характеризуется тем, что при общем токопроводе зона дуги образуется несколькими параллельными электродами, плавящимися теплом дуги, которая горит на одном электроде, периодически перемещаясь по всем остальным. Способ многоэлектродной наплавки не получил распространения из-за значительной деформации наплавляемого вала, трудностей наплавки галтельных участков, сложности подающего электродную проволоку механизма и сложности качественного выполнения начала и конца наплавки.

Способ наплавки порошковой проволокой

Данный способ обеспечивает качество наплавленного металла на шейки коленчатых валов – однородность по составу и твердость, отсутствие трещин и раковин. Упрощается процесс наплавки и не требуется применение флюса, защитного газа или жидкости. При этом обеспечивается твердость наплавляемого слоя металла 52...56 по HRC, но происходит укорочение вала.

Недостаток способа: недостаточное производство, высокая стоимость порошковой проволоки и сложность приобретения.

Способ наплавки под флюсом

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

Данный способ применяется достаточно широко. При этом используются плавленные (АН-348А, АН-60) и керамические (АНК-18) флюсы.

Введение во флюсы графита и различных ферросплавов позволяет легировать наплавляемый металл углеродом, хромом, никелем, титаном. Коленчатые валы, восстановленные наплавкой под слоем легирующего флюса, обладают высокими эксплуатационными свойствами. Износостойкость их шеек не уступает износостойкости шеек новых валов. Усталостная прочность восстановленных коленчатых валов немного ниже прочности новых, однако, благодаря достаточному запасу прочности поломок восстановленных коленчатых валов в эксплуатации не наблюдается.

Существует множество способов и технологий восстановления изношенных коренных и шатунных шеек коленчатых валов при автоматической наплавке под флюсом.

Технология наплавки шеек вала проволокой Нп-30ХГСА под слоем флюса АН-348А с последующей термообработкой обеспечивает стабильность структуры наплавленного слоя металла при твердости 32...40 по НРС, высокую износостойкость и сопротивление усталости восстановленных коленчатых валов. Однако, при наплавке шеек вала по винтовой линии, сварочная ванна начинает стекать с увеличением силы тока, удержание флюса и удаление шлаковой корки требует применение ручного труда, что препятствует повышению производительности труда и отмечается значительное укорочение коленчатых валов.

Большой интерес вызывает способ наплавки шеек коленчатых валов проволокой Нп-80 под слоем флюса АН-348А с последующей высокотемпературной обработкой.

С целью повышения износостойкости и усталостной прочности металлопокрытий, нанесенных механизированным способом наплавки, получили распространение такие способы упрочняющей обработки как термическая, химико-термическая, электромеханическая и термомеханическая. Из всех перечисленных способов упрочняющей обработки наиболее применяемой (в условиях ремонтного предприятия) технологичной и перспективной является термомеханическая обработка.

Анализируя выше указанные способы восстановления изношенных шеек коленчатых валов дизеля ЯМЗ-240 можно сделать вывод, что оптимальным способом восстановления изношенных шеек, износ которых вышел за пределы последнего ремонтного размера является автоматическая электродуговая

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Содержание: загрузить коленчатый вал в моечную машину. Промыть поверхности и полости вала для удаления масла, грязи и продуктов износа.

Режимы: время мойки в растворе – 10 мин, температура раствора – 70...80⁰С, давление: P=1...2 МПа.

Нормирование: штучное время T_{шт}=5 мин (стр 12. /12/); подготовительно-заключительное время: T_{пз}=3,2 мин; норма времени на операцию: T_н= 5+3,2=8,2 мин.

010 Дефектовочная

Оборудование: дефектоскоп магнитный ПМД-70, стол дефектовщика ОРГ-1468-01-090А.

Материалы: магнитная суспензия: трансформаторное масло (40%), керосин (60%), магнитный порошок (50 г на 1 л смеси).

Содержание: установить вал в призмы, визуально осмотреть, проверить на наличие трещин на магнитном дефектоскопе. При наличии кольцевых трещин и трещин в галтельной зоне вал выбраковывается. Провести замеры шеек коленчатого вала.

Оснастка, приспособления, инструмент: приспособление для дефектоскопии коленчатых валов 70-8782-1001; плита 2-1-1000*630 ГОСТ 10905-86; призмы П-2-1 ГОСТ 5641-82; штатив Ш-П Н-8 ГОСТ 10197-85; индикатор ИЧ 10 кл.1 ГОСТ 577-88; микрометры рычажные МРИ-100, МРИ-125 ГОСТ 4381-87, лупа 4-х кратного увеличения, штангенциркуль ШЦ-1-160-01 ГОСТ 166-88.

Режимы: ток намагничивания I_н = (17...20)D=1200 А; ток размагничивания I_р = 600 А.

Нормирование: штучное время T_{шт}= 5 мин (с. 14 /12/); подготовительно-заключительное время: T_{пз}=3,4 мин. (с. 15 /12/); норма времени на операцию: T_н= 8,4 мин.

015 Слесарная

Оборудование: верстак слесарный ОРГ-1468-01-060А.

Материалы: паста, содержащая 85% графита и жидкое стекло.

Содержание: заделать заглушками отверстия масляных каналов.

Оснастка, приспособления, инструмент: ванночка и шпатель собственного изготовления.

Нормирование: основное время: T_о=10 мин; вспомогательное время: T_{всп}=0,6 мин; дополнительное время: T_{доп}=0,31 мин; штучное время T_{шт}=

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

10+0,6+0,31=10,91 мин; подготовительно-заключительное время: $T_{пз}=3,5$ мин;
норма времени на операцию: $T_n=14,41$ мин.

020 Наплавочная (шатунные шейки)

Оборудование: наплавочная установка У-653А; источник питания ВДУ-506.

Материалы: проволока Нп-80 ГОСТ 10543-88; флюс АН-348А ГОСТ 9087-86.

Содержание: наплавить шатунные шейки.

Режимы наплавки: сила тока 200 А, напряжение дуги 24 В, диаметр электрода 2,5 мм, скорость наплавки 35 м/ч, вылет электрода 25 мм.

Толщина наплавляемого слоя:

$$h = (D-d)/2 + Z, \quad (6.3)$$

где d – диаметр наплавляемой поверхности, $d=85,42$ мм;

D – диаметр наплавленной поверхности, $D=89$ мм;

Z – припуск на механическую обработку, $Z=1,1 \dots 1,2$.

$$h = (89-85,42)/2 + 1,2 = 3 \text{ мм}$$

$$\text{Шаг наплавки: } S = (2 \dots 2,5) \cdot d_{пр} \quad (6.4)$$

$$S = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ мм/об}$$

$$\text{Скорость подачи проволоки: } V_{пр} = 4 \cdot \alpha_m \cdot I / \pi \cdot d_{пр}^2 \cdot j, \quad (6.5)$$

где α_m – коэффициент наплавки: $\alpha_m = (11 \dots 14)$ г/А*ч;

I – сила тока, А;

$d_{пр}$ – диаметр проволоки, мм;

j – плотность электродной проволоки: $j = 7,85$ г/см².

$$V_{пр} = 4 \cdot 11 \cdot 200 / 3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 7,85 = 57,14 \text{ м/ч}$$

Частота вращения вала:

$$n = 1000 \cdot V_n / 60 \cdot \pi \cdot d, /28/ \quad (6.6)$$

где V_n – скорость наплавки, м/ч;

d – диаметр наплавляемой детали, мм.

$$n = 1000 \cdot 35 / 60 \cdot 3,14 \cdot 85,42 = 2,17 \text{ мин}^{-1}.$$

Смещение электрода: $l = (0,05 \dots 0,07) \cdot d, /28/ \quad (3.5)$

$$l = 0,05 \cdot 85,42 = 4,27 \text{ мм}$$

Нормирование:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

основное время определяется по формуле:

$$T_o = \pi \cdot d \cdot l_H \cdot 60 / 1000 \cdot V_H \cdot S, /12/ \quad (6.7)$$

где l_H – длина наплавляемой поверхности, мм;

$$l_H = 48+48+48+48 = 192 \text{ мм}$$

S – шаг наплавки, мм/об.

$$T_o = 3,14 \cdot 85,42 \cdot 192 \cdot 60 / 1000 \cdot 35 \cdot 5 = 17,6 \text{ мин.}$$

вспомогательное время: $T_{всп}=2 \dots 4 \text{ мин} /12/;$

дополнительное время: $T_{доп}=0,15 \cdot (T_o + T_{всп}) = 0,15 \cdot (17,6 + 2) = 2,94 \text{ мин};$

штучное время $T_{шт} = 17,6+2+2,94=22,54 \text{ мин};$

подготовительно-заключительное время: $T_{пз}=7 \text{ мин (с. 43 /12/);}$

норма времени на операцию: $T_H = 22,54 + 7 = 29,54 \text{ мин.}$

025 Наплавочная (коренные шейки)

Содержание: наплавить коренные шейки в последовательности 1-2-3-4-5 до диаметра 109,98 мм

Режимы наплавки: сила тока 200 А, напряжение дуги 24 В, диаметр электрода 2,5 мм, скорость наплавки 35 м/ч, вылет электрода 25 мм, диаметр наплавляемой поверхности $d = 106,8 \text{ мм};$ диаметр наплавленной поверхности $D = 109,98 \text{ мм.}$

Толщина наплавляемого слоя, мм: $h = (109,98-106,8)/2 + 1,2=2,79 \text{ мм}$

Шаг наплавки: $S = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ мм/об}$

Скорость подачи проволоки:

$$V_{пр} = 4 \cdot 11 \cdot 200 / 3,14 \cdot 2,5^2 \cdot 7,85 = 57,14 \text{ м/ч}$$

$$\text{Частота вращения вала: } n = 1000 \cdot 35 / 60 \cdot 3,14 \cdot 85,42 = 2,17 \text{ мин}^{-1}$$

$$\text{Смещение электрода: } l = 0,05 \cdot 85,42 = 4,27 \text{ мм}$$

Нормирование:

основное время: $T_o = 3,14 \cdot 85,42 \cdot 341 \cdot 60 / 1000 \cdot 35 \cdot 5 = 31,3 \text{ мин}$

вспомогательное время: $T_{всп}=2 \text{ мин} /12/;$

дополнительное время: $T_{доп}=0,15 \cdot (T_o + T_{всп}) = 0,15 \cdot (31,3 + 2) = 5 \text{ мин};$

штучное время $T_{шт} = 31,3+2+5=38,3 \text{ мин};$

подготовительно-заключительное время: $T_{пз}=8 \text{ мин (с. 43 /12/);}$

норма времени на операцию: $T_H = 38,3 + 8 = 46,3 \text{ мин.}$

030 Шлифовальная (шатунные шейки)

Оборудование: станок специализированный круглошлифовальный 3А423.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Материалы: охлаждающая жидкость – эмульсия «Аминил Б», концентрация 10 г/л.

Содержание: установить вал в центросместители, шлифовать шатунные шейки до диаметра 88,55 мм в последовательности 2-3, 1-4.

Оснастка, приспособления, инструмент (Т): микрометр МК 75-100 ГОСТ 6507-88; приспособление для активного контроля 70-8770-1007; круг шлифовальный ПП 900х40х305 14А40ПСМ 27К1А 35 м/с ГОСТ 2424-83.

Режимы: глубина шлифования: $t = 0,2$ мм; скорость вращения: $V_{вр} = 22$ м/мин; поперечная подача: $S_{поп} = 0,04$ мм/об; число проходов: $i = 4$; число оборотов: $n = V_{вр} \cdot 318 / d$ (требуемый) = 79 мин^{-1} .

Нормирование: основное время: $T_o = 6,5$ мин (с. 119. таб. 90 /12/); вспомогательное время: $T_{всп} = 6$ мин (с. 122. таб. 91 /12/); дополнительное время: $T_{доп} = 3$ мин; оперативное время: $T_{оп} = 13$ мин; штучное время $T_{шт} = 15,6$ мин (с. 123. таб. 92 /12/); подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 6$ мин; норма времени на операцию: $T_n = 21,6$ мин.

035 Шлифовальная (коренные шейки)

Содержание: установить вал в центрах шлифовального станка, шлифовать коренные шейки до диаметра 105,55 мм в последовательности 1-2-3-4-5.

Оснастка, приспособления, инструмент: приспособление для установки 70-6009-1002; хомутик 7107-0069 ГОСТ 16488-85; микрометр МК 125-2 ГОСТ 6507-88; круг шлифовальный ПП 900х50х305 14А40 ПСМ27К1А 35м/с ГОСТ 2424-83, таль грузоподъемностью – 500 кг.

040 Сверлильная

Оборудование: станок вертикально-сверлильный 2А135.

Содержание: установить вал в приспособление для крепления вала, рассверлить масляные каналы и раззенковать фаски.

Оснастка, приспособления, инструмент (Т): приспособление для крепления вала для раззенковки масляных каналов 70-7887-1003, специальное сверло-зенкер 70-2356-1001-01.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

деформации 7...8 мм; расход жидкости для охлаждения детали $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$; расход жидкости для охлаждения ролика $1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$.

Нормирование: основное время: $T_o = 13,4$ мин (с. 7 /2/); вспомогательное время: $T_{всп} = 6,8$ мин; дополнительное время: $T_{доп} = 2,8$ мин; штучное время $T_{шт} = 13,4 + 6,8 + 2,8 = 23$ мин; подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 10$ мин; норма времени на операцию: $T_n = 23 + 10 = 33$ мин.

055 Шлифовальная

Содержание: шлифовать начисто коренные шейки по всей длине до диаметра 109_{-0,01} мм в последовательности 1-2-3-4-5.

Оснастка, приспособления, инструмент: микрометр МК 100-2 ГОСТ 6507-88; приспособление для активного контроля 70-8770-1007; круг шлифовальный ПП 900х40х305 14А40ПСМ 27К1А 35 м/с ГОСТ 2424-83.

Режимы: глубина шлифования: $t = 0,2$ мм; скорость вращения: $V_{вр} = 39$ м/мин; подача: ручная число оборотов: $n = 165 \text{ мин}^{-1}$.

Нормирование: основное время: $T_o = 9,2$ мин (стр 21. таб 22 /12/); вспомогательное время: $T_{всп} = 12$ мин; дополнительное время: $T_{доп} = 3,2$ мин; штучное время $T_{шт} = 24,4$ мин; подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 6$ мин; норма времени на операцию: $T_n = 30,4$ мин.

060 Шлифовальная

Содержание: установить вал в центросместители, шлифовать начисто шатунные шейки по всей длине до диаметра 88,1-0,01 мм.

Оснастка, приспособления, инструмент (Т): микрометр МК 100-2 ГОСТ 6507-88; приспособление для активного контроля 70-8770-1007; круг шлифовальный ПП 900х40х305 14А40ПСМ 27К1А 35 м/с ГОСТ 2424-83, центросместители цеховые.

Режимы: глубина шлифования: $t = 0,2$ мм; скорость вращения: $V_{вр} = 17,3$ м/мин; подача: ручная число оборотов: $n = 80,6 \text{ мин}^{-1}$.

Нормирование: основное время: $T_o = 11,3$ мин (стр 22. таб 22 /12/); вспомогательное время: $T_{всп} = 14,4$ мин; оперативное время: $T_{оп} = 24,5$ мин; дополнительное время: $T_{доп} = 3,8$ мин; штучное время $T_{шт} = 11,3 + 14,4 + 3,8 = 29,5$ мин; подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 6$ мин; норма времени на операцию: $T_n = 29,5 + 6 = 35,5$ мин.

065 Полировальная

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

Оборудование: станок специализированный круглошлифовальный 3А423.

Материалы: паста ГОИ.

Содержание: установить и закрепить вал, полировать коренные и шатунные шейки.

Оснастка, приспособления, инструмент: приспособление для полирования коренных и шатунных шеек коленчатых валов, лента абразивная ЛВТ – 40 x 2800 – для шатунных шеек; ЛВТ – 50 x 2800 и ЛВТ – 70 x 2800 – для коренных шеек; эталоны 70-8439-1001, 70-8439-1001-01.

Режимы: частота вращения вала – 120 мин⁻¹; частота колебаний вала – 300; амплитуда колебаний вала – 4 мм; давление прижима ленты – 0,2 МПа; продолжительность полирования – 40 сек, шероховатость после полирования соответствует 9-му классу.

Нормирование: основное время: $T_o=5$ мин (стр 36. таб 48 /12/); вспомогательное время: $T_{всп}= 1,2$ мин (экспериментально); оперативное время: $T_{оп} = 6,2$ мин; дополнительное время: $T_{доп}= 0,9$ мин; штучное время $T_{шт}= 7,1$ мин; подготовительно-заключительное время: $T_{пз}= 4,5$ мин; норма времени на операцию: $T_n= 7,1 + 4,5 = 11,6$ мин.

070 Балансировочная

Оборудование: балансировочная машина КИ-4274.

Содержание: закрепить вал, провести динамическую балансировку вала.

Оснастка, приспособления, инструмент: приспособление для фрезерования 70-7212-1008; фреза 2214-003 75Т5К10; штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-88.

Нормирование: штучное время $T_{шт}= 7$ мин (стр 89. таб 102 /12/); подготовительно-заключительное время: $T_{пз}= 3,3$ мин; норма времени на операцию: $T_n= 7 + 3,3 = 10,3$ мин.

075 Контрольная

Оборудование: стол контролера ОРГ 1468-01-090А.

Содержание: произвести комплексный контроль вала..

Оснастка, приспособления, инструмент: твердомер МЕТ–УД, скобы СР 75-100, СР 100-125; эталоны 70-8439-1001, 70-8439-1001-01, 70-8439-1001-06.

Нормирование: штучное время $T_{шт}= 4,5$ мин (стр 69. таб 107 /12/); подготовительно-заключительное время: $T_{пз}= 2$ мин; норма времени на операцию: $T_n= 4,5 + 2 = 6,5$ мин.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

Принимаем один круглошлифовальный станок 3А423.

Годовой объем сверлильных работ:

$$T_{Гс} = N_c \cdot n_{ед.с}; \quad (6.13)$$

где $n_{ед.с}$ – норма времени на раззенковку отверстий одного коленчатого вала, ч.

$$T_{Гс} = 100 \cdot 0,31 = 31 \text{ ч.}$$

Количество валов обрабатываемых в день:

$$K_c = 8 / 0,31 = 25,8 \text{ шт.}$$

Соответственно за год одним станком:

$$G_c = 250 \cdot K_c; \quad (6.14)$$

$$G_c = 250 \cdot 25,8 = 6450 \text{ шт.}$$

Достаточно одного станка 2А135.

Годовой объем термомеханических работ:

$$T_{ГТ} = N_T \cdot n_{ед.т}; \quad (6.15)$$

где $n_{ед.т}$ – норма времени на термомеханическую обработку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{ГТ} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ ч.}$$

Количество валов, обрабатываемых в день:

$$K_T = 8 / 1 = 8 \text{ шт.}$$

Следовательно, в год одной установкой:

$$G_T = 250 \cdot K_T; \quad (6.16)$$

$$G_T = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ шт.}$$

Необходимое количество установок:

$$K_{ус} = T_{ГТ} / G_T; \quad (6.17)$$

$$K_{ус} = 100 / 2000 = 0,02 \text{ шт.}$$

Достаточно одной установки.

Годовой объем моечных работ:

$$T_{ГМ} = N_M \cdot n_{ед.м}; \quad (6.18)$$

где $n_{ед.м}$ – норма времени на мойку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{ГМ} = 100 \cdot 0,13 = 13 \text{ ч.}$$

Количество валов, обрабатываемых в день:

$$K_M = 8 / 0,13 = 61 \text{ шт.}$$

Следовательно, в год одной моечной машиной: Достаточно одной моечной машины ОМ-3600.

Годовой объем балансировочных работ:

$$T_{Гб} = N_b \cdot n_{ед.б}; \quad (6.19)$$

где $n_{ед.б}$ – норма времени на балансировку одного коленчатого вала, ч.

$$T_{Гб} = 100 \cdot 0,17 = 17 \text{ ч.}$$

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

Количество валов, подлежащих балансировке в день:

$$K_6 = 8 / 0,17 = 47 \text{ шт.}$$

Соответственно в год одной балансировочной машиной:

$$Г_6 = 250 \cdot K_6; \tag{6.20}$$

$$Г_6 = 250 \cdot 47 = 11797 \text{ шт.}$$

Достаточно одной балансировочной машины.

С учетом проведенных расчетов принятое оборудование заносим в ведомость (таблица 6.3).

Таблица 6.3 - Ведомость оборудования участка

Наименование, тип или модель оборудования	Кол-во, шт	Характеристика и габариты, мм	Номинальная мощность, кВт		Занимаемая площадь, м ²
			на единицу	всего	
1	2	3	4	5	6
Стол контролера ОРГ-1468-01-090А	1	2400x800x800	-	-	1,92
Верстак слесарный ОРГ-1468-01-060	1	1200x800x805	-	-	0,96
Наплавочный станок У-653М	1	2720x1300x3010	6,4	6,4	3,54
Выпрямитель ВДУ-506	1	800x610x1040	40	40	0,49
Шкаф управления	1	650x450x1650	-	-	0,30
Специализированный	1	4600x2100x1580	10,22	10,22	9,66

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

восприниматься внутренними упругими слоями шейки. В то же время кристаллизация металла вблизи сварочной ванны будет происходить без воздействий на него напряжений от растягивающей силы.

После завершения наплавки и снятия осевой силы, наведенные сварочные остаточные напряжения растяжения в опасной зоне шатунной шейки уменьшаются за счет упругой деформации сердцевины шейки, что очень полезно. Внешняя растягивающая сила не вызовет снижение усталостной прочности. Предполагается, что она будет препятствовать при наплавке шатунных шеек сближению щек смежных с наплавляемой шейкой и, следовательно, будет способствовать снижению деформации вала не только по уменьшению длины, но и по изогнутости.

С целью устранения выше указанных недостатков нами разработан способ наплавки шатунных шеек в предварительно фиксированном состоянии.

Суть этого способа в том, что перед наплавкой вал растягивается с определенным усилием, фиксируется и затем наплавляется.

Разработаем приспособление для наплавки шатунных шеек коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240 (рисунок 6.2), работающее по выше изложенному принципу.

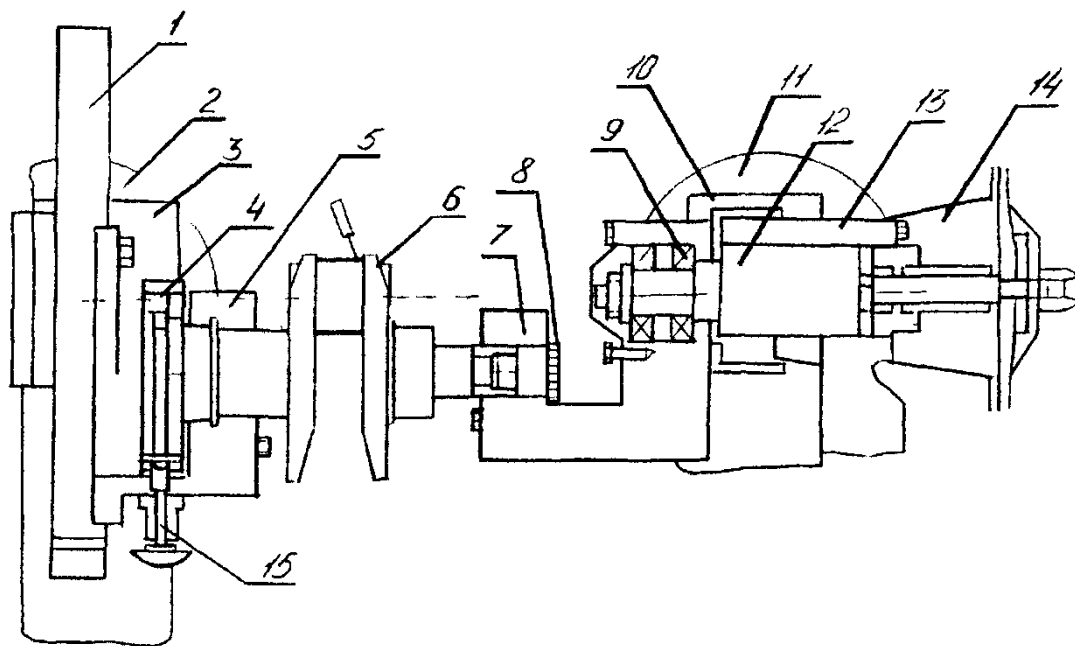


Рисунок 6.1 - Приспособление для наплавки шатунных шеек коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240 в предварительно фиксированном состоянии

- 1 – планшайба; 2,11 – пневмокамеры центросместителей; 3,10 – швеллер;
 4 – делительный диск; 7 – центросместители; 6 – коленчатый вал;
 8 – свертыш; 9 – подшипник; 12 – пиноль; 13 – корпус задней бабки;
 14 – растягивающая пневмокамера; 15 – фиксатор

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Перед укладкой вала на наплавочную установку центросместители 1,4 фиксируются штоками пневмокамер 15,16. При этом воздух из магистрали через влагоотделитель 9, редуктор 10 (высокого давления), манометр 11 (высокого давления), распределительный кран 12, редуктор (низкого давления) 13 и манометр 14 поступает в пневмокамеры 15 и 16. После закрепления вала в центросместителях переключают рукоятку крана 12 в другое положение. При этом пневмокамеры 15 и 16 соединяются с атмосферой, а штоки пневмокамер под действием пружин освобождают центросместители. Одновременно воздух из магистрали по трубопроводу 8 подается в основную пневмокамеру 6, создающую растягивающее усилие.

Далее выполняется наплавка шатунной шейки, как и при обычном способе закрепления. После завершения наплавки одной или нескольких соосных шеек оператор-сварщик переводом рукоятки крана 12 соединяет левую полость пневмокамеры 6 с атмосферой, тем самым снимает осевую растягивающую нагрузку с коленчатого вала. Одновременно с этим воздух вновь поступает в пневмокамеры 15 и 16, фиксируя центросместители, а воздух, поступающий по трубопроводу 7 в правую полость пневмокамеры 6, возвращает правый центросместитель в исходное положение. Далее операция по необходимости повторяется в том же порядке.

При работе с данным приспособлением нужно соблюдать технику безопасности: перед работой проверяются все крепежные детали, убедиться в исправности всех узлов пневмосистемы, проверить соединение воздухопроводов с пневмокамерами.

6.8 Выбор режима работы участка и расчет фондов времени

Проект участка по восстановлению коленчатых валов двигателя ЯМЗ-240 планируется в течение года при односменном режиме работы и двух выходных днях в неделю.

Годовой номинальный ($\Phi_{нр}$) и действительный ($\Phi_{до}$) фонды времени рабочих в часах рассчитываются по формулам:

$$\Phi_{нр} = (d_k - d_B - d_{II}) \cdot t_{см} - d_{III}, \text{ ч} \quad (6.21)$$

$$\Phi_{до} = (d_k - d_{II} - d_{II} - d_O) \cdot t_{см} \cdot k - d_{III} \cdot k, \text{ ч} \quad (6.22)$$

где d_k – число календарных дней, $d_k=365$ дней;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

d_B – число выходных дней, $d_B=105$ дней;
 d_{II} – число праздничных дней, $d_{II}=12$ дней;
 d_{III} – число предпраздничных дней, $d_{III}=4$ дня;
 $t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, $t_{см}=8$ часов.
 d_o – продолжительность отпуска в днях, $d_o = 30$ дней;
 k – коэффициент, учитывающий вынужденные потери времени по болезни и другим уважительным причинам, принимаем $k = 0,96$.

Для условий работы на 2022 г. фонд времени рабочего:

$$\Phi_{HP} = (365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4 = 1980 \text{ ч}$$

$$\Phi_{op} = (365 - 105 - 12 - 30) \cdot 8 \cdot 0,96 - 4 \cdot 0,96 = 1670,5 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени участка:

$$\Phi_{уч} = [(d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{см} - d_{III}] \cdot n, \text{ ч} \quad (6.23)$$

$$\Phi_{уч} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 = 1980 \text{ ч}$$

Годовой фонд времени работы оборудования:

$$\Phi_{до} = [(d_K - d_B - d_{II}) \cdot t_{см} - d_{III}] \cdot n \cdot k_o, \text{ ч} \quad (6.24)$$

где k_o – коэффициент, учитывающий простои оборудования при ТО и ремонте, $k_o = 0,92 \dots 0,96$.

$$\Phi_{до} = [(365 - 105 - 12) \cdot 8 - 4] \cdot 1 \cdot 0,94 = 1861 \text{ ч}$$

6.9 Расчет потребности штата участка

Явочное ($P_{яв}$) и списочное ($P_{сп}$) количество рабочих определяется по формулам:

$$P_{яв} = \frac{T_z}{\Phi_{HP} \cdot K}, \text{ чел.} \quad (6.25)$$

$$P_{сп} = \frac{T_z}{\Phi_{op} \cdot K}, \text{ чел.} \quad (6.26)$$

где T_z – годовой объем работы участка;

k – коэффициент выполнения нормы выработки, $k=0,9$.

$$T_z = N \cdot n_{ед}, \quad \text{час} \quad (6.27)$$

где N – годовая программа, $N=100$ шт;

									Лист
									125
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ				

$n_{ед}$ – норма времени на единицу продукции, $n_{ед}=5,5$ ч.

По формуле (2.7):

$$T_z = 100 \cdot 5,5 = 550 \text{ часов}$$

По формуле (2.5):

$$P_{яв} = \frac{550}{1980 \cdot 0,9} = 0,31 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_{яв}=1$ чел.

По формуле:

$$P_{сп} = \frac{550}{1670,5 \cdot 0,9} = 0,37 \text{ чел.}$$

Принимаем $P_{сп}=2$ чел. – 1 наплавщик и 1 шлифовщик.

Количество вспомогательных рабочих определяется из соотношения:

$$P_{всп} = (0,1 \dots 0,15) \cdot P_{сп}, \quad \text{чел.} \quad (6.28)$$

$$P_{всп} = 0,15 \cdot 2 = 0,3$$

Принимаем $P_{всп}=1$ чел. на 0,5 ставки производственного рабочего.

6.10 Обоснование производственной площади и компоновка участка восстановления

Производственная площадь участка по восстановлению коленчатых валов находится по формуле:

$$F = F_0 \cdot k; \quad (6.29)$$

где F_0 – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

k – переходный коэффициент, учитывающий рабочие зоны, проезды и проходы, для проектируемого участка $k = 3,5 \dots 4,5$.

$$F = 26,86 \cdot (3,5 \dots 4,5) = 94 \dots 121 \text{ м}^2.$$

Перед разработкой компоновочного плана участка восстановления деталей, намечаем предварительную схему производственного потока. Ширину здания принимаем стандартной равной 12 м. Отношение длины здания к его ширине должно быть не более 3. Расстояние между опорами – 3 или 6 м.

Оборудование в цехе располагаем по схеме технологического процесса с учетом необходимых проездов и проходов. Станки располагаем согласно требуемым нормам расстояний между оборудованием и элементами здания: от стены до тыльной стороны станка и до боковой стороны расстояние составляет не менее 600 мм. Расстояние между станками при их поперечном расположении

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126

составляет не менее 1600 мм. Рабочая зона должна быть не менее 1000 м и оборудована деревянными подножными решетками. Наплавочный участок необходимо отгородить капитальными огнестойкими стенами. Установленная на участке кран-укосина с электроталью должна обеспечивать перемещение деталей от стеллажа для деталей к столу дефектации, установкам наплавки и шлифовальному станку.

Окончательное проектное решение данного участка представлено на листе А1 в графической части проекта. Площадь участка составила 108 м².

6.11 Технико-экономическое обоснование проекта

6.11.1 Определение себестоимости восстановления коленчатого вала ЯМЗ-240

Прямые затраты на восстановление коленчатого вала определяются по формуле:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр.н}} + C_{\text{м}} + C_{\text{рф}}, \quad (6.30)$$

$C_{\text{пр.н}}$ – заработная плата производственным рабочим, руб.;

$C_{\text{м}}$ – стоимость расходуемых материалов, руб.;

$C_{\text{рф}}$ – остаточная стоимость детали, руб.;

Основная заработная плата производственным рабочим определяется как произведение нормы времени (раздел 3) на тарифную ставку для каждой операции (таблица 6.4).

Таблица 6.4 - Заработная плата производственным рабочим

Наименование операции	Норма времени, ч	Разряд рабочего	Тарифная ставка, руб/ч.	Заработная плата, руб.
005Моечная	0,13	2	94	12,22
010Дефектовочная	0,14	4	127	17,78
015Слесарная	0,24	3	116	27,84
020Наплавочная	0,49	4	127	62,23
025Наплавочная	0,77	4	127	97,79
030Шлифовальная	0,36	5	150	54
035Шлифовальная	0,49	5	150	73,5
040Сверлильная	0,31	3	116	35,96
045Термомеханическая	0,46	4	127	58,42

050Термомеханическая	0,55	4	127	69,85
055Шлифовальная	0,5	5	150	75
060Шлифовальная	0,6	5	150	90
065Полиривальная	0,19	3	116	22,04
070Балансировочная	0,17	3	116	19,72
075Контрольная	0,1	5	1450	145
Итого заработная плата $C_{зп}$				861,35

Дополнительная заработная плата составляет 10...15 % от основной:

$$C_{зп \text{ доп}} = 0,15 \cdot C_{зп}; \quad (6.31)$$

$$C_{зп \text{ доп}} = 0,15 \cdot 861 = 129 \text{ руб.}$$

Отчисления в фонды социального страхования берут в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы. Величину процента устанавливают правительственные органы. В настоящее время размер отчислений составляет 30,2%:

$$C_{зп \text{ соц}} = 0,302 \cdot (C_{зп} + C_{зп \text{ доп}}); \quad (6.32)$$

$$C_{зп \text{ соц}} = 0,302 \cdot (861 + 129) = 299 \text{ руб.}$$

Заработная плата основным производственным рабочим будет складываться:

$$C_{пр.н} = C_{зп} + C_{зп \text{ доп}} + C_{зп \text{ соц}}; \quad (6.33)$$

$$C_{пр.н} = 861 + 129 + 299 = 1289 \text{ руб.}$$

При восстановлении коленчатого вала дизеля ЯМЗ-240 используется 2,457 кг – наплавочной проволоки Нп-80 и 3,582 кг – флюса АН-348А.

Таблица 6.5 - Затраты на материалы

Вид материала	Расход на 1 деталь, кг	Стоимость единицы, руб	Сумма, руб
1. Проволока Нп-80	2,5	200	500
2. Флюс АН-348А	3,6	90	324
Итого C_M :			824

С учетом остаточной стоимости вала ремонтный фонд берется:

$$C_{ост} = m \cdot C_{ст}; \quad (6.34)$$

где m – масса вала, кг;

$C_{ст}$ – цена 1 кг стали на рынке лома черных металлов, руб;

										Лист
										128
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ					

$$П_T = ВП/n, \quad (6.48)$$

$$П_T = 1200000/3 = 400000 \text{ руб/чел.}$$

8. Фондоотдача:

$$\Phi_o = ВП/C_{оснсп}, \quad (6.49)$$

$$\Phi_o = 1200000/761600 = 1,57 \text{ руб/руб.}$$

9. Фондоемкость:

$$\Phi_{ем} = 1/\Phi_o, \quad (6.50)$$

$$\Phi_{ем} = 1/1,57 = 0,63 \text{ руб/руб.}$$

10. Уровень рентабельности:

$$R = (Ц - C_{пол}) / C_{пол} \cdot 100\% \quad (6.51)$$

$$R = (6000 - 4606) / 4606 \cdot 100\% = 30,2 \%$$

11. Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{год} = [Ц_1 - (p \cdot C_p + C_{2ост} + E_n \cdot K_y)] \cdot N, \quad (6.52)$$

где $Ц_1$ - цена новой детали, руб;

p - коэффициент восстановления ресурса;

C_p - себестоимость восстановления детали, руб;

$C_{2ост}$ - остаточная стоимость детали с учетом расходов на заготовки,
руб;

E_n - нормативный коэффициент капитальных вложений;

N - объем производства, шт.

$$\mathcal{E}_{год нх} = [48300 - (0,94 \cdot 4516 + 507 + 0,15 \cdot 1583)] \cdot 200 = 9655010 \text{ руб.}$$

Проведенный технико-экономический анализ показал, что восстановление коленчатых валов дизелей ЯМЗ-240 наплавкой является рациональным способом. Годовой экономический эффект от организации восстановления деталей при программе 200 приведенных к ЯМЗ-240 коленчатых валов составляет 9655010 руб.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		132

7. Безопасность жизнедеятельности

7.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Открытые горные работы характеризуются рядом производственных факторов в отношении безопасности условий труда:

- поражение электрическим током (воздействие электрического тока до 1000 Вт и выше);
- повреждения, нанесенные движущимися частями машин и механизмов;
- вибрация и производственный шум;
- сложные погодные условия (грозовые разряды, и.т.д.)
- обрушающиеся горные породы (грунты);
- падающие предметы (куски породы);
- опрокидывание машин, падение их частей.
- промышленная пыль;
- отлетающие части обрабатываемого материала и инструментов;
- агрессивные жидкости (различные щелочи и кислоты) и др.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		133

Основные опасные вредные факторы производства приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Анализ опасных и вредных факторов производства

Технологический процесс	Наименование фактора	Характеристика фактора	Ед. измерения	Фактическое значение фактора	Норматив по ГОСТ, ПДК, ПДУ
Бурение	Пыль	Диоксид	мг/м ³	5	6
	Шум	Кремния	дБА	68	70
	Локальная вибрация		дБ	105	112
Экскавация	Пыль	Оксиды азота	мг/м ³	11	5
	Газ	Оксид углерода		4	5
	Шум	Углеводороды	дБА	50	70
	Локальная вибрация	Диоксид кремния	дБ	115	112
Транспортирование	Газ	Оксиды азота	мг/м ³	4	5
		Оксид углерода	дБ	7	20
	Общая транспортная вибрация	Углеводороды		90 110	300 107
Отвалообразование	Пыль	Диоксид кремния	мг/м ³	5	3

7.1.1 Технические и организационные мероприятия по охране труда

Производственный контроль над соблюдением требований требований промышленной безопасности организуется и осуществляется в соответствии с Федеральным законом №116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»:

- безопасность работников при эксплуатации оборудования и осуществлении технологических процессов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на каждом рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством РФ и законодательством субъектов РФ;
- выдача специальной одежды, специальной обуви, и других средств индивидуальной защиты;

- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах работников и проверку их знаний требований охраны труда;
- организация контроля за состоянием условий труда на рабочих местах;
- проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников;
- расследование в установленном Правительством Российской Федерации порядке расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Состав атмосферы карьера должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей (пыль, газы), с учетом действующих ГОСТов. Воздух рабочей зоны должен содержать по объему 20 % кислорода и не более 0,5 % углекислого газа, допустимая концентрация пыли в рабочей зоне должна быть не более 2 мг/м³. В карьере и на отвалах на рабочих местах должен проводиться отбор проб для анализа воздуха на содержание вредных газов не реже одного раза в квартал, в соответствии с «Инструкцией по контролю содержания пыли в воздухе на предприятиях горнорудной и нерудной промышленности».

Допуск рабочих и технического персонала в карьер после производства массовых взрывов разрешается только после проверки и снижения ядовитых газов в атмосфере до санитарных норм, но не ранее, чем через 30 мин. после взрыва. Все машины и механизмы с двигателями внутреннего сгорания должны быть оборудованы нейтрализаторами вредных газов. Для снижения пылеобразования в период положительных температур необходимо проводить систематическое орошение взорванной горной массы водой. Для снижения пылеобразования на автодорогах при положительной температуре воздуха должна проводиться поливка дорог водой с применением при необходимости связующих добавок. Аптечки первой помощи должны быть на каждом участке, в цехах, мастерских, а также на всех горнотранспортных машинах и механизмах.

На объектах ремонтно-гаражного хозяйства работники должны быть обеспечены:

- специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с типовыми

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

отраслевыми нормами, утвержденными Министерством труда и социального развития РФ и Постановлением Министерства труда и социального развития РФ № 51 от 18.12.98 г. в редакции постановлений Минтруда РФ от 29.10.99 г. и от 03.02.04г. № 7;

— смывающими и обезжиривающими средствами в соответствии с Постановлением Министерством труда и социального развития РФ № 45 от 04.07.03г. "Об утверждении норм бесплатной выдачи работникам смывающих и обезжиривающих средств порядка и условий их выдачи".

Средства коллективной и индивидуальной защиты работников на предприятии должны соответствовать ГОСТ 12.4.011-89 (1990). Средства коллективной защиты работающих включают средства нормализации условий труда и средства снижения воздействия на работников вредных производственных факторов:

- воздушной среды (микроклимата);
- освещения;
- условия шума и вибрации;
- защиты от поражения электрическим током и от статического электричества;
- защита от движущихся узлов и деталей механизмов;
- защиты от падения с высоты и другие средства.

Средства индивидуальной защиты должны по своим характеристикам соответствовать требованиям соответствующих стандартов безопасности труда:

- ГОСТ 13385-78 (1979). Обувь специальная. Номенклатура показателей качества;
- ГОСТ 12.4.010-75(1996) "ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия"; ГОСТ 29335-92 (1994) "Костюмы мужские для защиты от пониженных температур. Технические условия".

Спецодежду в зависимости с категорией перерабатываемых грузов, следует подвергать стирке, химчистке и другим видам санобработки в соответствии с установленным порядком. На участках выполнения работ для защиты, работающих от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть предусмотрены следующие средства коллективной защиты:

- заземляющие устройства для защиты от статического электричества;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136

- оградительные, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления и зануления, знаки безопасности для защиты от поражения электрическим током;
- освещение для компенсации недостаточности или отсутствия естественного освещения;
- система вентиляции и кондиционирования на местах установки технологического оборудования.

Рациональные режимы работы. При назначении режимов работы следует учитывать и вибрационные характеристики. Для экскаваторов, где наиболее опасными являются крутильные колебания стрелы, следует предпочитать разработку породы вертикальными стружками, так как в случае работы горизонтальными стружками увеличивается момент, скручивающий стрелу. Большие колебания в вертикальной плоскости можно снизить переходом от вертикальных к горизонтальным стружкам (за счет уменьшения величины вертикальной составляющей окружной силы). Существуют оптимальные размеры стружки, при которых вибрации являются минимальными. Разработка породы неширокими толстыми стружками уменьшает боковую силу на ковше и способствует снижению колебаний в горизонтальной плоскости.

Организационные мероприятия по снижению вибраций и шума следующие:

- паспортизация параметров вибрации и шума на рабочих местах;
- проведение профессионального отбора при приеме на работу и медицинский контроль за состоянием рабочих;
- выбор рационального режима труда и обучение рабочих методам защиты от вибрации и шума;
- контроль за соблюдением правил безопасной работы людей в виброшумовых условиях;
- своевременный и качественный ремонт на специализированных предприятиях;
- контроль виброзащитных и шумовых характеристик в процессе эксплуатации и после ремонта;
- замена оборудования на менее шумное (например, пневмопривода на гидропривод или электропривод);
- удаление кабин управления из опасных зон вибрации и шума;
- внедрение дистанционного управления шумными машинами и механизмами и автоматического контроля за их функционированием;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

— обеспечение работающих средствами индивидуальной защиты, медико-биологическая профилактика шумовибрационной болезни.

Все зоны с уровнем звука выше 85 дБ обозначаются предупредительными знаками. Не допускается эксплуатация машин при отсутствии средств виброшумозащиты, предусмотренных технической документацией.

Мероприятия по производственной санитарии:

— Все, работающие на предприятии, должны соблюдать оптимальные режимы труда и отдыха.

— Режимы труда и отдыха должны предусматривать ускорение процессов включения в работу, поддержание высокого уровня работоспособности и исключать возможность травматизма и проф. заболеваемости работающих, из-за утомляемости и других психофизиологических факторов.

— Работающим должны предоставляться физиологические перерывы в работе, продолжительность и периодичность которых зависит от условий и интенсивности труда, согласно карт аттестации рабочего места.

— Работающие, имеющие контакт с вредными производственными факторами, должны регулярно проходить периодические медицинские осмотры в соответствии с приказом Минздрава №302Н от 10.04.2011 г.

— Всем работающим, занятым в процессе работы с вредными условиями труда, должно выдаваться в установленном порядке лечебно - профилактическое питание или молоко, согласно карт аттестации рабочего места.

— Все работающие, связанные в процессе работы с загрязнением тела, должны в установленном порядке получать на руки не менее 300 грамм мыла в месяц, кроме моющих средств, находящихся постоянно на умывальниках;

— Для работающих вне производственных помещений (на складах, строительных площадках и т.п.) должны быть предусмотрены помещения для обогрева.

— Прием пищи разрешается только в столовых, буфетах или специально выделенных и оборудованных согласно санитарно-гигиенических требований помещениях. Прием пищи на рабочих местах запрещается.

— Перед приемом пищи вымойте руки с мылом или другими моющими средствами.

— Содержите в чистоте спецодежду, своевременно сдавайте ее в стирку и починку. Использование спецодежды вне рабочее время строго запрещено.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

- После работы необходимо водой с мылом тщательно вымыть лицо, шею и руки или принять душ. Перед приемом пищи необходимо вымыть руки с мылом.
- Для обработки микротравм пользуйтесь медицинской аптечкой.
- Мероприятия по пожарной и взрывной безопасности.

При возникновении пожара, каждый работник, заметивший пожар, должен немедленно сообщить об этом в пожарное депо по телефону 0-1, и сразу же приступить к ликвидации очага пожара первичными средствами пожаротушения, к которым относятся: вода, песок, кошма, полог брезента, огнетушители и оборудование противопожарного щита. Запрещается разводить открытый огонь в зданиях и помещениях, а также в непосредственной близости от них. Запрещается хранение смазочных материалов свыше суточной нормы. Хранить их разрешается только в специальных ящиках с крышками.

Запрещается хранение пожароопасных материалов (бензин, масло, нитрокраски и прочее) в производственных зданиях и помещениях. При обнаружении некомплектности противопожарных средств поставить в известность об этом технический надзор. Назначение и использование ручными углекислотными огнетушителями. Углекислота не вызывает порчи материалов, что делает ее незаменимой при тушении ценных товаров. Ввиду того, что углекислота не проводит электрический ток, углекислотные огнетушители являются самым распространенными огнетушителями при тушении электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В.

Для тушения пожара огнетушитель следует поднести как можно ближе к очагу пожара, направить раструб на очаг пожара, и вращением маховичка против стрелки открыть до отказа вентиль.

7.2 Охрана окружающей среды

7.2.1 Анализ промышленных загрязнений окружающей среды

В связи с тем, настоящим проектом сохранены главные параметры карьера и количество извлекаемых запасов руд, настоящим проектом наследуются рекомендации действующего проекта в части охраны недр. Охрана недр, в проекте, обеспечивается выполнением требований. «Единых правил охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых» и Закона РФ «О недрах». Предусматривается отдельное складирование составляющих вскрышных пород, для чего создается два отвала вскрышных пород – отвал

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		139

скальной вскрыши и отвал рыхлой вскрыши, которая впоследствии используется для рекультивации, создается также спец. отвал забалансовых, окисленных и смешанных руд.

В соответствии с Правилами охраны недр ПБ 07-601-03 п. 20 проектом предусмотрены мероприятия, обеспечивающие безопасность работников рудника и населения, охрану атмосферного воздуха, вод, зданий и сооружений, рекультивацию нарушенных земель, снижение отчуждения земельных площадей под внешние отвалы, сохранению плодородного слоя почвы, организацию наблюдения за состоянием горного отвода и окружающей среды, по прогнозированию изменений, связанных с вредным влиянием горных разработок. Полнота и качество извлечения запасов полезных ископаемых из недр обеспечивается рациональным порядком отработки запасов, принятой системой разработки, горнотранспортным оборудованием и специальными мероприятиями по снижению потерь запасов. Потери и разубоживание руды при добыче рассчитаны согласно методическим указаниям по нормированию, определению и учету потерь разубоживания руд. Величина потерь не превышает уровень на действующих карьерах района, работающих в аналогичных условиях.

Потери и разубоживание должны уточняться в ежегодных планах развития горных работ и утверждаться в Госгортехнадзоре. Выборочная отработка наиболее качественных рудных блоков, находящихся в более благоприятных горно-геологических условиях, приводящая к снижению качества остающихся балансовых запасов, не допускается.

7.2.2 Природоохранные мероприятия по защите атмосферы, гидросферы и литосферы

При эксплуатации месторождения мероприятия по уменьшению потерь должны предусматривать:

- качественную и своевременную зачистку площадок по руде бульдозером;
- постоянное поддержание автодорог и подъездов в хорошем состоянии;
- контроль загрузки автомобилей при транспортировке;
- ведение горных работ и отвалообразования в границах утвержденного горного и земельного отводов;
- своевременное водоотведение из добычного забоя.

Породы вскрыши полностью складировуются в отвалы, т.к. по данным геологоразведки промышленного значения они не имеют. Комплекс работ по охране недр и окружающей среды, в период разработки карьера, и после ее завершения включает:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		140

- снятие и складирование ПРС;
- рекультивация нарушенных земель;
- предотвращение нарушения и деформации земной поверхности;
- горно-экологический мониторинг;
- мероприятия в случае аварийных ситуаций.

Устойчивость откосных сооружений обеспечивается:

- углы откосов бортов карьера в предельном положении имеют запас устойчивости не менее нормативного.

Отвалы вскрышных пород размещены на минимальном расстоянии транспортирования, с учетом безрудности участка размещения, что снижает объем транспортной работы, а, следовательно, загрязнение атмосферы пылью и газами. В «сухое» время года пылеобразующие поверхности предусмотрено поливать водой: забои экскаваторов, рабочие площадки, автодороги. Нормативы вскрытых и подготовленных запасов определены согласно «Инструкции по учету вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов руды (песков), классификации горных работ и порядку погашения затрат на их проведение».

Организация природоохранной деятельности. Сложность геологического строения объекта диктует необходимость проведения эксплуатационной разведки с целью уточнения контуров добычных блоков и их промышленно-технологических показателей для оперативного обоснованного планирования горных работ. Для решения задач эксплуатационной разведки предусматривается бурение скважин с опробованием керна, шлама, бороздовое опробование по добычным забоям и бортам карьера.

Шламовое опробование будет проводится при бурении эксплуатационных скважин из расчета объемов добычи на 1 млн. т. шламовых проб – 2500 шт.

7.3 Правила безопасности

7.3.1 Правила безопасности при выемочно-погрузочных работах

При передвижении экскаватора по горизонтальному участку или на подъем привод ходовой тележки должен находиться сзади, а при спусках с уклона – впереди. Ковш должен быть опорожнен и находиться не выше 1 м от почвы, а стрела должна быть установлена по ходу движения экскаватора.

Перегон экскаватора должен осуществляться по трассе, расположенной вне призм обрушения, с уклоном, не превышающим 12°, и имеющей ширину,

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		141

достаточную для маневра. Перегон экскаватора должен производиться по сигналам помощника машиниста или специально назначенного лица.

Экскаватор необходимо располагать на уступе на выровненном основании с уклоном не более 3°. Расстояние между откосом уступа или автосамосвалом и контргрузом экскаватора должно быть не менее 1 м. При погрузке водители автосамосвалов обязаны подчиняться сигналам машиниста экскаватора, значение которых устанавливается руководством организации. Запрещается во время работы экскаватора пребывание людей (включая и обслуживающий персонал) в зоне действия экскаватора. Применяющиеся на экскаваторах канаты должны соответствовать паспорту и иметь сертификат завода-изготовителя.

В случае угрозы обрушения или оползания уступа во время работы экскаватора, машинист экскаватора обязан прекратить работу, отвести экскаватор в безопасное место и поставить в известность технического руководителя смены. Кабины экскаваторов (как и других эксплуатируемых механизмов) должны быть утеплены и оборудованы безопасными отопительными приборами. В нерабочее время экскаватор должен быть отведен из забоя в безопасное место, ковш опущен на землю, кабина заперта, с питающего кабеля снято напряжение. Запрещается ведение работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него.

Смазочные и обтирочные материалы должны храниться в закрытых металлических ящиках. Смазки экскаватора должны производиться в соответствии с эксплуатационной документацией и инструкциями заводов-изготовителей.

7.3.2 Правила безопасности при транспортировании горной массы

Ширина проезжей части внутрикарьерных дорог и продольные уклоны должны соответствовать проектным. В особо стесненных условиях на внутрикарьерных и отвальных дорогах величину радиусов кривых в плане допускается принимать в размере не менее двух конструктивных радиусов разворотов транспортных средств по переднему наружному колесу. Проезжая часть дороги внутри контура карьера (кроме забойных дорог) должна быть ограждена от призмы возможного обрушения породным валом. Высота породного вала принимается не менее 1,3 м.

Вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы обрушения. В зимнее время автодороги должны систематически очищаться от снега и льда и посыпаться песком, шлаком, мелким щебнем, либо солью. Каждый автомобиль должен иметь технический

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		142

паспорт, содержащий его основные технические и эксплуатационные характеристики. Находящиеся в эксплуатации карьерные автомобили должны быть укомплектованы:

- средствами пожаротушения;
- знаками аварийной остановки;
- медицинскими аптечками;
- упорами (башмаками) для подкладывания под колеса;
- звуковым прерывистым сигналом при движении задним ходом;
- устройством блокировки (сигнализатором) поднятия кузова под ВЛ (для автосамосвалов грузоподъемностью 30 т и более);
- двумя зеркалами заднего вида;
- средствами связи.

На линию автомобили могут выпускаться только при условии, если все их агрегаты и узлы, обеспечивающие безопасность движения, а также безопасность других работ, предусмотренных технологией применения автотранспорта, находятся в технически исправном состоянии. Они должны также иметь необходимый запас горючего и комплект инструмента, предусмотренный заводом-изготовителем.

Движение на технологических дорогах должно регулироваться дорожными знаками, предусмотренными действующими правилами дорожного движения. На технологических дорогах движение автомобилей должно производиться без обгона. В отдельных случаях при применении автомобилей с разной технической скоростью движения допускается обгон при обеспечении безопасных условий движения. При погрузке горной массы в автомобили экскаваторами должны выполняться следующие условия:

- ожидающий погрузки автомобиль должен находиться за пределами радиуса действия экскаватора и становиться под погрузку только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора;
- находящийся под погрузкой автомобиль должен быть в пределах видимости машиниста экскаватора;
- находящийся под погрузкой автомобиль должен быть заторможен;
- погрузка в кузов автомобиля должна производиться только сзади или сбоку, перенос экскаваторного ковша над кабиной автомобиля запрещается;
- высота падения груза должна быть минимально возможной и во всех случаях не превышать 3 м;

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		143

— нагруженный автомобиль может следовать к пункту разгрузки только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора.

Не допускается односторонняя или сверхгабаритная загрузка, а также превышающая установленную грузоподъемность автомобиля. При работе на линии запрещаются:

- движение автомобиля с поднятым кузовом;
- ремонт и разгрузка под линиями электропередачи;
- в пунктах погрузки движение задним ходом более 30 м (за исключением работ по проведению траншей);
- переезд кабелей, уложенных по почве и не огражденных специальными предохранительными устройствами;
- перевозка посторонних людей в кабине без разрешения администрации;
- выход из кабины автомобиля до полного подъема или опускания кузова;
- остановка автомобиля на уклоне и подъеме;
- движение вдоль железнодорожных путей на расстоянии менее 5 м от ближайшего рельса;
- эксплуатация автомобиля с неисправным пусковым устройством двигателя.

7.4 План ликвидации аварий

Аварии и поломки возникают по следующим причинам: нарушение правил технической эксплуатации, недосмотр или неправильные действия членов бригады, низкая квалификация и плохая организация труда обслуживающего персонала. Для предупреждения и ликвидации возникшей аварии для каждого участка, находящейся в эксплуатации, составляется план ликвидации аварии.

Аварийный план предусматривает:

- возможные аварии и условия, опасные для жизни людей и места их возникновения;
- мероприятия по спасению людей, застигнутых аварией;
- мероприятия по ликвидации аварий, а также действия инженерно-технических работников и рабочих при возникновении аварий;
- места нахождения средств для спасения людей и ликвидации аварии;
- действия ВГСЧ при ликвидации аварий.

План ликвидации аварий содержит:

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		144

- оперативную часть;
- распределение обязанностей между отдельными лицами, участвующими в ликвидации аварий;
- список должностных лиц и учреждений, которые должны быть немедленно извещены об аварии.

К оперативной части плана ликвидации аварий прилагаются следующие документы:

- план горных работ с нанесением мест расположения подсобных построек, плотин, дамб, перемычек, переправ, с отметкой уровня воды и глубин водоема;
- схема с нанесением расположения основного оборудования и выходов;
- схема противопожарного водовода;
- схема электроснабжения;
- схема аварийного освещения;
- схема расположения водонепроницаемых переборок, люков и монтажных проемов.

План ликвидации аварий составляется (пересматривается) ежегодно начальником участка, согласовывается с начальником горноспасательной службы и начальником пожарной части и утверждается главным инженером за 15 дней до начала следующего промывочного сезона.

План ликвидации аварий со всеми приложениями должен находиться на участке, у главного инженера прииска и командира ВГСЧ. Кроме того, оперативная часть плана должна быть вывешена в мастерском помещении. С аварийным планом должны быть ознакомлен весь обслуживающий персонал.

8. Экономическая часть

8.1 Организация и управление производством участка “Удере́йский” Новоангарского обогатительного комбината

8.1.1 Организация управления производством и производственная структура участка “Удере́йский”

Схема управления участком “Удере́йский” представлена на рисунке 8.1.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		145

механизации трудоемких процессов и ручных работ, в разработке предложений по обучению и повышению квалификации работников.

Начальник участка анализирует результаты производственно-хозяйственной деятельности; состояние охраны труда, производственного травматизма, заболеваемости и разрабатывает мероприятия по улучшению охраны труда, разрабатывает графики очередных и дополнительных отпусков.

Начальник участка контролирует: выполнение работ по добычи руды, соблюдение технологических процессов, безопасность людей, которые работают на участке, и создание оптимальных условий труда; правильное и своевременное оформление первичных документов по учету рабочего времени, выработки, заработной платы, простаиваний.

Начальник участка представляет предложения о поощрении рабочих участка, которые отличились, или наложения дисциплинарных взысканий на нарушителей производственной и трудовой дисциплины и правил безопасности.

Начальник участка ведет установленную документацию и отчетность и обеспечивает их своевременное представление, применяет действующие нормативные документы, касающиеся его деятельности, выполняет требования нормативных актов об охране труда и окружающей среды, соблюдает нормы, методы и приемы безопасного выполнения работ.

Главный инженер участка обеспечивает необходимый уровень технической подготовки производства и его постоянный рост, повышение эффективности производства и производительности труда, сокращение издержек (материальных, финансовых, трудовых). Обеспечивает рациональное использование производственных ресурсов, высокое качество строительных работ, отвечающих действующим государственным стандартам и техническим условиям. Руководит разработкой мероприятий по реконструкции и модернизации участка, предотвращению вредного воздействия на окружающую среду, бережному использованию природных ресурсов, созданию безопасных условий труда и повышению технической культуры производства.

Главный инженер участка обеспечивает эффективность проектных решений, своевременную и качественную подготовку производства, техническую эксплуатацию, ремонт и модернизацию оборудования. Осуществляет контроль соблюдения проектной, конструкторской и технологической дисциплины, правил и норм по охране труда, технике безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, требований природоохранных, санитарных органов, а также органов, осуществляющих технический надзор. Обеспечивает своевременную

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		147

подготовку технической документации (чертежей, спецификаций, технических условий, технологических карт).

Главный инженер участка принимает меры по совершенствованию организации производства, труда и управления на основе внедрения новейших технических средств выполнения инженерных и управленческих работ. Организовывает обучение и повышение квалификации рабочих и инженерно-технических работников и обеспечивает постоянное совершенствование подготовки персонала.

Главный инженер участка руководит деятельностью технических служб участка, контролирует результаты их работы, состояние трудовой и производственной дисциплины. Выполняет другие обязанности и поручения по устному либо письменному распоряжению начальника участка.

Механический отдел входит в структуры управления участка и представляет его структурное подразделение. Он возглавляется участковым механиком, который является одновременно начальником этого отдела и руководителем всей службы ремонта технологического и вспомогательного оборудования.

Основная задача этой службы — обеспечение бесперебойной работы оборудования и его технического состояния на уровне, соответствующем требованиям производства, должна решаться с учетом экономики и перспективы так, чтобы обеспечивался наибольший эффект для участка, и чтобы осуществляемые мероприятия создавали условия для нормальной работы участка не только на ближайший отрезок времени, но и в будущем. Поэтому в положении об отделе главного механика в части, относящейся к оборудованию, должны предусматриваться три следующих вида функций:

1. Обеспечение необходимого технического состояния оборудования и его бесперебойной работы;
2. Организация экономики ремонтного хозяйства участка;
3. Обеспечение развития ремонтного хозяйства соответственно развитию участка.

Основным мероприятием, без осуществления которого нельзя решить задачу поддержания технического состояния оборудования на определенном уровне, является выполнение планово-предупредительного ремонта его в объемах, вытекающих из нормативов системы ППР. Однако нормативы системы ППР соответствуют нормальным условиям эксплуатации оборудования и надлежащему уходу за ним. Поэтому в число основных функций отдела главного механика, относящихся к первому виду, входят наряду со связанными с

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		148

осуществлением системы ППР также функции по контролю за правильностью эксплуатации оборудования, его содержанию и уходу за ним. Функции отдела главного механика в области экономики не ограничиваются только достижением определенных экономических показателей самой ремонтной службы. Отдел главного механика, представляющий подразделение участка, должен направлять работу ремонтных служб в интересах всего участка, т. е. решать задачу обеспечения сохранности производственного оборудования с учетом задачи улучшения экономики участка. В результате непрерывного совершенствования производства и увеличения производственных мощностей участка возрастают объемы ремонтных работ, повышаются требования к качеству выпускаемого из ремонта оборудования. Если не происходит соответствующего развития ремонтной службы, не увеличиваются ее производственные возможности, не обеспечивается повышение технического уровня ремонтной службы на производстве, то такая ремонтная служба через какое-то время не сможет удовлетворять возросшие требования производства, обеспечивать выполнение ремонтных работ в необходимом объеме и должного качества. Во избежание этого отдел главного механика должен постоянно вести работу по совершенствованию ремонтного дела, повышению технической оснащенности ремонтной службы, разрабатывать предложения по увеличению ее производственной мощности и комплексные планы развития ремонтного производства.

Для выполнения всех указанных функций в отделе механика участка существуют специализированные подразделения.

Функции отдела главного механика:

1. Разработка на основе Положения о планово-предупредительном ремонте годовых, квартальных и месячных планов и графиков всех видов ремонта оборудования, сооружений. Учет выполнения планов и графиков ремонта, контроль за качеством ремонта.
2. Участие в составлении и проверке дефектно-сметной ведомости на ремонтируемое оборудование.
3. Разработка и внедрение мероприятий по предупреждению аварий, поломок и повышенного износа оборудования.
4. Составление технических заданий конструкторско-технологическому бюро на разработку или подбор чертежей сменных деталей.
5. Внедрение в практику ремонта прогрессивной технологии, высокоэффективных ремонтных приспособлений, механизация трудоемких процессов.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
						149
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. Обеспечение правильного и экономного расходования денежных средств и материалов, предназначенных на ремонт оборудования.

7. Разработка подразделениям норм расхода на основные и вспомогательные материалы и комплектующие изделия для ремонта и технологического обслуживания оборудования.

8. Подготовка заявок соответствующим службам завода на материалы и комплектующие изделия для ремонта и обслуживания технологического оборудования.

9. Участие в заполнении или корректировке производственно-технического паспорта завода. Разработка технического паспорта службы главного механика.

10. Контроль за правильностью хранения запасных (сменных) частей оборудования на складах.

11. Введение паспортного хозяйства на технологическое и грузоподъемное оборудование.

12. Контроль за правильной организацией "смазочного хозяйства", применением масел для смазки механизмов и оборудования.

13. Обеспечение работ по модернизации оборудования.

14. Учет наличия и движения оборудования, числящегося на балансе основной деятельности.

15. Контроль за систематической проверкой с предъявлением Гостехнадзору грузоподъемных средств.

16. Организация обмена опытом по эксплуатации и ремонту технологического и подъемно-транспортного оборудования.

17. Обеспечение внедрения достижений новой техники и передовых методов работы в области ремонта и эксплуатации технологического и подъемно-транспортного оборудования.

18. Представление заключений по рационализаторским предложениям и изобретениям и обеспечение внедрения принятых предложений.

19. Обобщение и распространение передового опыта работы новаторов производства и оказание всемерной помощи рационализаторам и изобретателям.

8.1.2 Режим и организация работ

Годовой режим работы участка и его структурных подразделений зависит от конкретных условий. На участке принят непрерывный режим работы основных технологических процессов.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		150

Организация труда рабочих разрабатывается и обосновывается по всем процессам добычи полезных ископаемых и производства горно-подготовительных работ.

При расчете потребной численности рабочих устанавливают явочную и списочную численность.

Явочную численность рабочих-повременщиков определяют методом расстановки по рабочим местам:

$$Ч_{я} = n \cdot N_{обс} \cdot C, \quad (8.1)$$

где n - количество рабочих мест или машин;

$N_{обс}$ - численность по норме на обслуживание рабочих мест или машин, чел.;

C - количество рабочих смен в сутки.

Списочную численность рабочих находят по формуле:

$$Ч_{сп} = Ч_{я} \cdot K_{сп}, \quad (8.2)$$

где $K_{сп}$ - коэффициент списочного состава.

Коэффициент списочного состава устанавливают по данным баланса рабочего времени одного рабочего (таблица 8.1).

Таблица 8.1 - Баланс рабочего времени одного рабочего

№ п/п	Структура баланса времени	Непрерывный режим работы	Прерывный режим работы
1	2	3	4
1	Календарный фонд времени, дн.	365	365

Здание АБК, м ²	360	33,3	11988	399,6
Здание ремонтного цеха, м ²	1073	32,1	34443,3	1148,11
Здание столовой, м ²	172,80	31,5	5443,20	181,44
Переносные здания (вагончики), шт	20	263	5260	526
Здание гаража, м ²	1100	29	31900	1063,33
Здание для восстановления коленчатых валов	Входит в здание ремонтного цеха		345,6	11,52
Итого по группе «Здания»:			89380,1	3330
Сооружения				
	Протяженность, п.м.	Цена стоимости за п.м., тыс. руб.		
Траншея, п.м.	300	0,650	195	39
Теплосеть, п.м.	345	5,500	1897,5	379,5
Водопровод, п.м.	510	1,800	918	183,6
Автодороги, п.м.	6240	2,300	14352	2870,4
Итого по группе «Сооружения»:			17362,5	3472,5
Итого:			106742,6	6802,5

Объем и стоимость 1 ед. приняты по данным предприятия.

Расчеты суммы капитальных вложений и суммы амортизационных отчислений технологического оборудования выполнены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 - Расчет капитальных затрат на технологическое оборудование и величины амортизационных отчислений

Наименование оборудования по (процессам работ)	Количество единиц оборудо	Стоимость единицы, тыс. руб.	Общая сумма капитальных затрат, тыс.	Сумма амортизации, тыс. руб.
--	---------------------------	------------------------------	--------------------------------------	------------------------------

	вания, шт.		руб.	
1.Рабочие машины и оборудование				
Вскрышные работы				
Экскаватор Komatsu PC2000-8	2	100000	200000	20000
Бульдозер Komatsu D275A	1	35000	35000	35000
Буровой станок СБШ-250МНА-32	2	50000	100000	10000
Добычные работы				
Буровой станок FlexiROC D60	2	30000	60000	6000
Экскаватор ЭКГ 5А	6	64000	384000	3840
Бульдозер Komatsu D275A	1	35000	35000	3500
Оборудование РМЦ				
Токарный станок 1Д63А	2	2970	5940	1188
Сверлильный станок 2А135	1	2860	2860	572
Заточный станок 5822	1	2950	2950	590
Фрезерный станок 6Н13	1	2920	2920	584
Строгальный станок 7231А	1	2870	2870	574
Зуборезный станок 5А12	1	2910	2910	582
Электрогазосварочный пост ТДМ-401	1	2620	2620	524
Оборудование для восстановления коленчатых валов	1	416	416	83,2
Итого по группе "Рабочие машины и оборудование"			837486	83037,2
2.Транспортные средства				
Автосамосвал Komatsu HD605-7	7	42125	294875	58975
Итого по группе "Транспортные средства"			294875	58975
Всего			1132361	142012,2

Расчет амортизационных отчислений выполнен по линейному методу: пропорционально полезному сроку использования ($T_{пси}$) или нормативному сроку эксплуатации (T_n):

$$AO = \Phi_{перв.} / T_{пси} \text{ или } \Phi_{перв.} / T_n \quad (8.3)$$

где $\Phi_{перв}$ – первоначальная стоимость объекта.

На основании выполненных расчетов определена определена сумма капитальных вложений и амортизационных отчислений. Результаты расчета представлены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Капитальные вложения в создание основных средств участка

Группа основных средств	Сумма капитальных вложений, тыс. руб.	Сумма амортизации, тыс. руб.	Примечание
1.Здания	89380,1	3330	Итоги табл. 8.2

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		154

2. Сооружения	17362,5	3472,5	Итоги табл. 8.2
3.Машины и оборудование:			
- Рабочие машины и оборудование	837486	83037,2	Итоги табл. 8.3
4.Транспортные средства	294875	58975	Итоги табл. 8.3
5.Инструмент	56618,05	7100,61	5% от суммы по группе 2 «Машины и оборудование» и группы 3 «Транспортные средства»
6.Производственный и хозяйственный инвентарь	25124,58	2491,12	3% от суммы по группе «Рабочие машины и оборудование»
Всего капитальные вложения	1320846,23	158406,43	

8.2.2. Организация труда и заработной платы работников участка

8.2.2.1. Расчет численности работников участка

В состав численности работников участка входят следующие категории:

- основные рабочие по технологическим процессам горных работ;
- вспомогательные рабочие;
- численность аппарата управления предприятием.

Расчет численности производственных рабочих выполнен в таблице 8.5.

Таблица 8.5 - Расчет численности производственных рабочих участка

Профессия	Количество единиц оборудования, шт.	Норматив обслуживания, чел.	Число смен	Явочная численность рабочих, чел.	Коэффициент списочного состава	Списочная численность рабочих, чел.

Величина среднемесячной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$З_{мес.} = \text{итог гр. 13} / \text{итог гр.6} / 12, \text{ руб. в месяц,} \quad (8.4)$$

$$З_{мес.} = 71217707,22 / 127 / 12 = 46730,78 \text{ руб.}$$

Определение численности управленческого персонала и расчет фонда заработной платы управленческого персонала выполнено в таблице 8.7.

8.3. Расчет себестоимости добычи полезного ископаемого

Расчет отдельных статей калькуляции себестоимости добычи руды производят в следующем порядке:

- а) расчет потребного количества и стоимости вспомогательных материалов;
- б) расчет энергетических затрат;
- в) амортизация;
- г) заработная плата производственных рабочих;
- д) отчисления от заработной платы;
- е) расчет расходов на содержание и эксплуатацию оборудования;
- ж) расчет цеховых расходов.

8.3.1 Вспомогательные материалы

Данная статья включает затраты:

- а) на нормируемые материалы на одну тонну полезного ископаемого (1 м³ вскрышных работ) - взрывчатые вещества, средства взрывания, крепежные материалы, смазочные и др.;
- б) материалы, погашаемые в сметно-нормативном порядке: рельсы, шпалы, стрелочные переводы, кабель, канат, конвейерные ленты и др.;
- в) на малоценные и быстроизнашивающиеся предметы и спецодежду, которые устанавливаются по данным практики на одного списочного рабочего в год;
- г) на прочие неучтенные материалы, которые в проекте можно принять в размере 2-3% от суммы затрат по пунктам - а, б, в.

Результаты расчета представлены в таблицы 8.8.

Таблица 8.6

Расчет	Всего фонд заработной платы, руб.	13	1.	Целевой фонд	Вскрышные работы	3098904,08	2479066,97	1859755,55	2479208,72	Добычные работы	2479208,72

№ пп	Категория работающих	Разряд	Дневная тарифная ставка, руб	Действительный фонд рабочего времени, дн	Списочная численность, чел.	Основная заработная плата, руб.				Общая сумма основной заработной платы с районным коэффициентом и северной надбавкой	Дополнительная зарплата. (% к гр. 11), руб.
						Тарифный фонд	Премии к тарифному фонду	Доплаты за работу в ночное, вечернее время, % к тарифному фонду	Итого основная заработная плата		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1											
2	Машинист экскаватора Komatsu PC2000-8	5	1500	199	5	1492500	510,50	37312,5	1530323	2754581,4	344322,68
3	Помощник машиниста экскаватора Komatsu PC2000-8	4	1200	199	5	1194000	380,60	29850	1224230,6	2203615,08	275451,89
4	Машинист бульдозера Komatsu D275-A	5	1500	199	3	895500	510,30	22387,5	918397,8	1653116,04	206639,51
5	Машинист бурового станка СБШ-250МНА-32	5	1200	199	5	1194000	450,60	29850	1224300,6	2203741,08	275467,64
6	Машинист бурового станка FlexiROC D60	5	1200	199	5	1194000	450,60	29850	1224300,6	2203741,08	275467,64

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					7	Машинист экскаватора ЭКГ-5А	5	1500	199	15	876000	510,50	111937,5	4589948	8261906,4	1032738,3	9294644,7
					8	Помощник машиниста экскаватора ЭКГ-5А	4	1200	199	15	657000	380,60	89550	3671930,6	6609475,08	826184,385	7435659,47
					9	Машинист бульдозера Komatsu D275A	5	1500	199	3	657000	510,30	22387,5	918397,8	1653116,04	206639,505	1859755,55
Транспортирование																	
					10	Водитель автосамосвала Komatsu HD605-7	5	1500	253	25	9487500	510,50	237187,5	9725198	17505356,4	2188169,55	19693525,95
					11	Итого основные рабочие				81				25027027	45048648,6	5631081,1	50679729,71
					12	2. Вспомогательные рабочие											
Рабочие РМЦ																	
					13	Токарь	4	1100	199	5	1094500	360,30	27362,5	1122222,8	2020001,04	252500,13	2272501,17
					14	Сверильщик	4	1100	199	3	657000	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
					15	Заточник	3	1000	199	3	656700	350,20	14925	612275,2	1102095,36	137761,92	1239857,28
					16	Фрезеровщик	4	1100	199	3	597000	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,545
					17	Строгальщик	4	1100	199	3	656700	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,545
					18	Зуборезчик	3	1000	199	3	656700	350,20	14925	612275,2	1102095,36	137761,92	1239857,28

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
19	Электрогазосварщик	3	1000	199	3	597000	350,20	14925	612275,2	1102095,36	137761,92	1239857,28
20	Слесарь по ремонту	4	1100	199	3	597000	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
21	Слесарь-электрик	4	1100	199	3	656700	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
22	Слесарь механосборочных работ	4	1100	199	3	656700	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
23	Слесарь по монтажу приборов	4	1100	199	3	656700	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
24	Слесарь- инструментальщик	4	1100	199	3	656700	360,30	16417,5	673477,8	1212260,04	151532,505	1363792,55
25	Рабочие по восстановлению коленчатых валов	4	1100	199	8	1751200	360,30	43780	1795340,3	3231612,54	403951,57	3635564,11
26	Итого вспомогательные рабочие				46				10142211,11	18255979,98	2281997,5	20537977,51
27	Итого				127				35169238,11	63304628,58	7913078,61	71217707,22

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Таблица 8.7 - Расчет численности и фонд заработной платы работников руководителей и специалистов и цехового персонала участка

№ п/п	Должность	Численность, чел	Оклад, руб	Годовой фонд заработной платы, тыс. руб.	Фонд заработной платы с районным коэффициентом и северными надбавками, тыс. руб.
1	Начальник участка	1	100000	1200	2160
2	Главный инженер участка	1	82000	984	1771,2
3	Мастер буровзрывных работ	3	70000	2520	4536
4	Участковый механик	2	72000	1728	3110,4
5	Участковый энергетик	2	74000	1776	3196,8
6	Участковый маркшейдер	3	74000	2664	4795,2
7	Участковый геолог	3	74000	2664	4795,2
8	Горный мастер	3	65000	2340	4212
	Итого:	18		15876	28576,8

Таблица 8.8 – Расчет затрат по статье «Вспомогательные материалы», «Топливо»

Наименование	Ед. изм.	Норма расхода на 1 т руды	Цена за единицу, руб/ед	Потребность на годовой объем добычи руды	
				Количество	Сумма, тыс. руб
1	2	3	4	5	6
Вскрышные работы					
Бурение					
Буровые штанги	шт.	0,1	8000	112	896
Канаты стальные	кг.	0,15	50	168	8,4
Дизельное топливо	л.	12	40	13416	536,64
Буровые шарошечные долота	шт.	0,8	30500	895	27297,5
Итого за вскрышные работы					28738,54
Взрывание					
Удельные затраты ВВ и СИ	кг	15	24	16770	402,48
Итого за взрывание					402,48
Экскавация					
Прокат черных металлов					
- балки и швеллеры	кг	15,2	18,2	16994	309,29
- толстолистовая сталь	кг	14	18,5	15652	289,56
- тонколистовая сталь	кг	3	20,5	3354	68,76
- сталь оцинкованная	кг	1,5	15	1677	25,16
Трубы газонефтепроводные	кг	0,3	17,5	336	5,88
Дизельное топливо	л.	8	40	8944	357,76
Электроды сварочные	кг	0,4	15,5	448	6,94
Электrolампы	шт.	0,35	60	392	23,52
Эксплуатационные затраты на бульдозер					340,00
Итого за экскавацию					1426,87
Транспортирование					
Шины автомобиля	шт.	0,05	80000	56	4480
Дизельное топливо	л	11	40	12298	491,92
Автобензин	кг	6,4	23	7155	164,57
Масла моторные	кг	12,8	40	14310	572,40
Смазочные материалы	кг	3,8	40	4249	169,96
Зап. Части	шт.	0,2	500	224	112
Итого за транспортирование					5990,85
Отвалообразование					
Эксплуатационные затраты на бульдозер					685,50
Итого за вскрышные работы					37244,24

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

8.3.2 Расчет расходов по статье «Энергия на технологические цели»

По данной статье учитывают затраты электроэнергии.

Результаты расчета расхода электроэнергии выполнены в таблице 8.9.

Тарифы на электроэнергию приняты по данным участка-аналога.

Таблица 8.9 - Расчет затрат потребляемых видов энергетических ресурсов: электроэнергии

Потребители электроэнергии	Количество оборудования в работе	Мощность, квт		Коэффициент использования оборудования по времени	Суточное режимное время работы, ч	Расход электроэнергии в год, квт ч	Тариф за 1 квт.ч, руб.	Сумма затрат, тыс. руб.
		единицы оборудования	Всего					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Экскаватор Komatsu PC2000-8	2	713	1426	1	12	6245880	41,91	261764,8
Бульдозер Komatsu D275-A	2	306	612	1	12	2680560	41,91	112342,3
Буровой станок FlexiROC D60	2	328	656	1	12	2873280	41,91	120419,2
Буровой станок СБШ-250МНА-32	2	500	1000	1	12	4380000	41,91	183565,8
Экскаватор ЭКГ-5А	6	275	1650	1	12	7227000	41,91	302883,6
Всего								980975,6

8.3.3. Основная заработная плата производственных рабочих

Основная заработная плата производственных рабочих рассчитана в таблице 8.6.

8.3.4. Отчисления в фонды социального страхования

Отчисления в фонды социального страхования берут в процентах от суммы основной и дополнительной заработной платы. Величину процента устанавливают правительственные органы. В настоящее время размер отчислений составляет 30,2%.

8.3.5. Амортизация

Размер амортизационных отчислений определяют по видам оборудования, исходя из первоначальной или восстановительной стоимости и установленных норм амортизации. Размер амортизационных отчислений представлены в таблице 8.4.

8.3.6. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования

В данную статью включают затраты по заработной плате (основной, дополнительной, отчисления на социальное страхование) ремонтных рабочих и затрат на материалы, используемые на ремонт оборудования, (запасные части), прочие затраты. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования представим в таблице 8.10.

Таблица 8.10 - Смета затрат по содержанию и эксплуатации оборудования

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Эксплуатация оборудования, в т.ч. смазочные и обтирочные материалы (3% от стоимости оборудования)	25124,58
2	Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих	20537,98
3	Отчисления в фонды социального страхования	6202,47
4	Текущий ремонт оборудования (8% балансовой стоимости оборудования)	66998,88
5	Прочие затраты (10% от суммы строк 1+2+3+4)	11886,39
	Итого:	130750,30

8.3.7. Цеховые расходы

Для расчета цеховых расходов составляем смету и проводим расчет в таблице 8.11.

Таблица 8.11 - Смета цеховых расходов

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, тыс. руб.
1	Содержание аппарата управления цехом	28576,8
2	Отчисления на социальное страхование	8630,19
3	Содержание зданий и сооружений и инвентаря (1% от их стоимости)	1318,67
4	Текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря (2% от их стоимости)	2637,34
5	Испытания, опыты и исследования, рационализация и изобретательство (10,5% от фонда оплаты труда всего персонала)	10478,42
6	Охрана труда (2% от фонда оплаты труда всего персонала)	1995,89
7	Прочие расходы (10% от суммы предыдущих статей)	5363,73
	Итого цеховые расходы	59001,04

По результатам выполненных расчетов формируем сводную калькуляцию себестоимости добычи 1 т полезного ископаемого в таблицы 8.12.

Таблица 8.12 – Калькуляция себестоимости добычи 1 т руды

№ п/п	Статьи затрат	На весь объем добычи, тыс. руб.	На 1 т руды, руб./т
1	2	3	4
1	Вспомогательные материалы на технологические цели, топливо на технологические цели	82774,96	69,21
2	Энергия на технологические цели	980975,6	820,21
3	Основная заработная плата производственных рабочих	45048,65	37,67
4	Дополнительная заработная плата производственных рабочих	5631,08	4,71
5	Отчисления в фонды социального страхования	15305,28	12,80
6	Амортизация	158406,43	132,45
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	130750,3	109,32
8	Цеховые расходы	59001,04	49,33
	Итого цеховая себестоимость	1477893,34	1235,70

8.4. Расчет экономической эффективности проекта

В специальной части дипломного проекта рассмотрен вопрос совершенствования технологического процесса технического обслуживания и ремонта двигателей внутреннего сгорания горных машин в условиях участка “Удерецкий”. Выбор способа и технологии технического обслуживания ремонта двигателей является актуальным в плане снижения себестоимости ремонта двигателей.

Предложенная технология, согласно проведенному анализу является рациональной. Годовой экономический эффект от этой технологии составляет 9,65 млн. руб, срок окупаемости 2,6 лет.

Расчёты показали, что в результате предложений в дипломном проекте себестоимость руды снизилась на 1600,30 руб./т., что позволило получить экономический эффект в размере 1913,96 млн. руб.

По результатам расчетов, определены показатели эффективности проектных решений дипломного проекта, приведённые в таблице 8.13.

Перечень показателей эффективности проектных решений приведен в таблице 8.13.

Таблица 8.13 - Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Наименование показателей	По проекту	По аналогу
1	2	3	4
1	Годовая производительность предприятия, т	1196000	1196000
2	Себестоимость добычи руды, руб./т	1235,70	2836,00
3	Удельные капитальные затраты, руб./т	1104,39	1873,74
4	Численность ППП, чел.	145	137
5	Производительность труда, т/чел.	8248,28	8730
6	Средняя заработная плата, руб	57353,16	-
7	Экономический эффект, тыс.руб	6760	-
8	Срок окупаемости капитальных затрат на техническое обслуживание и ремонт двигателей, мес.	0,7	-

Стоимость оборудования, находящегося на участке по восстановлению коленчатых валов составляет 416 тыс. рублей.

Годовая программа восстановления коленчатных валов составляет 100 шт.

Цена новых валов составляет 150 тыс.руб. *100=15000 тыс.руб/год.

Затраты на ремонт 100 валов составляют:
 $(200*30*100*2,50)+(90*30*100*3,60)=8240$ тыс. руб/год.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		167

Экономический эффект составляет: $\mathcal{E}_K=15000-8240=6760$ тыс. руб.

Срок окупаемости составляет: $T_K=416/6760=0,06=0,7$ мес.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		168

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрены вопросы отработки открытым способом центрального участка Удерейского месторождения руды.

В разделе «Технология ведения горных работ» обоснована структура комплексной механизации, произведены расчеты производственных процессов.

В разделе «Механическое оборудование карьеров» приняты на вскрышные и добычные работы буровые станки и экскаваторы, также определено количество этого оборудования.

В разделе «Карьерный транспорт» обоснован вид рационального транспорта при помощи программы «Выбор экскаваторно-автомобильного комплекса для карьеров глубинного типа».

В разделе «Стационарные машины» по результатам расчетов был выбран центробежный двухступенчатый насос ЦНС 400-240 для защиты участка от водопритоков, а также выбран электродвигатель к насосу.

В главе «Технология ремонта» была рассчитана численность ремонтного персонала, рассчитано количество станков для работы, а также запроектирована ремонтная база.

В специальной части проведен анализ хозяйственной деятельности предприятия, обозначена программа восстановления коленчатых валов на проектируемом участке. На основании проведенных расчетов спроектирован участок по восстановлению коленчатых валов электродуговой наплавкой. Проведен анализ способов восстановления и выбран наиболее рациональный способ восстановления автотракторных коленчатых валов – автоматическая электродуговая наплавка проволокой Нп-80 под слоем флюса АН-348А с последующей высокотемпературной термомеханической обработкой. Разработан технологический процесс восстановления коленчатого вала ЯМЗ-240, выбрано оборудование и рассчитаны нормы времени.

В конструкторской части дипломного проекта разработано приспособление для наплавки шеек вала в предварительно фиксированном положении.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы охраны недр, восстановления земель, охраны окружающей среды.

В экономической части был определен экономический эффект от принятых проектных решений. Себестоимость добычи по проекту 1 т руды составила 1235,70 руб/т, срок окупаемости капитальных затрат на техническое обслуживание и ремонт двигателей составил 0,7 мес.

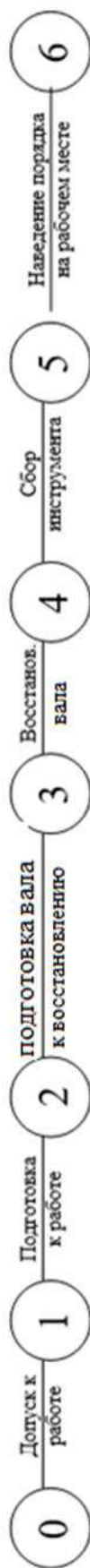
					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		169

Приложение 1 ГОДОВОЙ ГРАФИК

планово-предупредительных ремонтов оборудования на 2022 г

№ п/п	Оборудование	Классификация	Время	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			Дата и продолжительность последнего капитального ремонта	Кол-во и продол-ть ремонтов				Общая продол-ть ремонтов	Исполнители ремонта
				январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		ТО	T1	T2	K		
1	2		4	6ТО/4	7ТО/4	7ТО/4	8ТО/4	9ТО/4	10ТО/4	11ТО/4	12ТО/4	13ТО/4	14ТО/4	15ТО/4	16ТО/4	17	18	19	20	21	22	
				1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	2Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	2Т1/16	1Т1/16	1Т1/16		75/304	15/240				
1	ROC D60						1Т2/72				1Т2/72				1Т2/72			3/216				
				6ТО/4	6ТО/4	6ТО/4	7ТО/4	6ТО/4	6ТО/4	6ТО/4	7ТО/4	6ТО/4	6ТО/4	6ТО/4	7ТО/4		75/304					
2	ROC D60			2Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	2Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	2Т1/16	1Т1/16	1Т1/16	1Т1/16			15/240				
						1Т2/72				1Т2/72					1Т2/72			3/216				
				1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1Т1/96						1Т1/96		8/384			0		
3	РС-1250																	2/192				
				1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48		8/384			0		
6	РС-1250							1Т1/96							1Т1/96			2/192		0		
				1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1Т1/96										8/384			0		
7	РС-1250						1Т1/96					1Т1/96						2/192		0		
				1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48	1ТО/48		8/384			0		
8	РС-800			1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1ТО/33	1Т1/88		9/297			0		
							1Т1/88				1Т1/88				1Т1/88			3/264				

График выполнения работ



Содержание операции

- 1 Получив наряд, выполнить необходимые мероприятия по промышленной безопасности согласно наряда.
- 2 Подготовить необходимый для ремонта инструмент, оборудование и приспособления.
- 3 Подготовить вал к восстановлению.
- 4 Произвести необходимое восстановление вала.
- 5 Собрать инструмент, приспособления, очистить его.
- 6 Навести порядок на рабочем месте.

Составил:.....

Ф.И.О. _____

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Приложение 4 – Технологическая карта восстановления вала гидромотора хода экскаватора РС-800

№ п / п	Содержание операций	Инструмент	Оборудование и материалы	Норма выполнения
1	Очистка вала, поступающего на восстановление	Металлическая щётка	– моечная машина АМ500; - Установка электроискрового	Очистка должна быть проведена качественно, так как от качества и полноты её проведения зависит долговечность восстановленных изделий
2	Необрабатываемые поверхности покрыть специальной липкой лентой	Липкая лента	ого легирования (УЭИЛ)	Покрытие необрабатываемой поверхности необходимо нанести качественно, без складок
3	Перед восстановлением необходимо произвести выдержку детали в электролите в течении 5-6 мин	Ванна с электролитом	- Универсальной	Обязательно выдержать от 5 до 6 минут, для эффективного легирования.
4	Установка детали в зажимной патрон электроискровой установки	Электроискровая установка	шлифовальный станок 3М151 - Защитные очки;	Установка должна быть хорошо закреплена в зажимном патроне
5	Произвести восстановление методом электроискрового легирования	Электроды марки ОЗШ-7	- Руковицы.	Режимы наплавки: ток – не более $I_H = 10$ А; напряжение – $U = 26$ В; скорость наплавки – $V_{напл} = 35$ м/ч; вылет электрода 25 мм;
6	Снятие вала с электроискровой установки и его установка на шлифовальный станок	Шлифовальный станок 3М151, шлифовальный круг, алмазный карандаш, эмульсия,		Вал шлифуют при скорости шлифования 28-32 м/с, электрокорундовыми на керамической связке шлифовальными кругами зернистостью 16-60. Для получения оптимальных микронеровностей (0,63-1,25 мкм) вал вращают со скоростью 15 м/мин при предварительном шлифовании и 8 м/мин при окончательном
7	После восстановления деталь необходимо направить на контроль, для проверки качества восстановления.	Штангенциркуль, микрометр		Вал должен удовлетворять требованиям

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ

Лист

174

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Материалы преддипломной практики
2. Ржевский, В.В. Классификации ОГР [Текст]: учебник для вузов Ч.1. Производственные процессы –М.: URSS, 2016. – 512 с.
3. Анистратов, Ю.И. Технологические процессы открытых горных работ – М.: ООО “Научно-технический центр “Горное дело””, 2007. – 448 с.
4. Список ОГР, справочник Трубецкого [Текст]: справ. / К.Н. Трубецкой, Н.Г. Потапов [и др.]. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при взрывных работах" (с изменениями на 30 ноября 2017 года) Отчет о предварительной разведке глубоких горизонтов трубки "Юбилейная" за 1981-1985 гг./ В.П Рошин, А.П Лабезюк и др.-Айхал: Айхальская ГРЭ, 1986 г.
6. Теняков Е.И. Общие требования и правила оформления текстовых документов в учебном процессе / Новочерк. гос. техн. ун-т – Новочеркасск: НГТУ, 1998.- 28 с.
7. СП.НОК.2013.1 «Стандарт предприятия. Золото-сурьмяная руда. Технические условия»
8. СП.НОК.2017.1 «Стандарт предприятия. Золото-сульфидная руда. Технические условия»
9. СП.НОК.2017.3 «Стандарт предприятия. Концентрат флотационный коллективный золотосурьмяной. Технические условия»
- 10.ВНТП 35-86 «Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки».
- 11.«Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное.», утверждённые распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.
- 12.Малеев В.Г., Гуляев В.Г. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов. Учебник для ВУЗов. – М.: Недра, 1988.
- 13.Раков И.Я. Горные машины и оборудование./ Учебное пособие в 2-х частях. Южно-Росс. Гос. техн. ун-т. (НПИ), Новочеркасск, 2002г.
- 14.Горбацевич А.Ф. “Курсовое проектирование по технологии машиностроения” Минск: Высшая школа.1983г.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		175

15. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах, Москва «Машиностроение», 1972г.
16. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин Высшая школа, 1985г.
17. Малов А.Н. Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах, Машиностроение, 1973г.
18. Добрыднев И.С. Курсовое проектирование по предмету «технология машиностроения», Машиностроение, 1985г.
19. Алимов О.Д., Дворников Л.Т. Бурильные машины. – М.: Машиностроение, 1976.– 295с.
20. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.97 № 116-ФЗ.
21. О недрах: Федеральный закон от 03.03.95 № 27-ФЗ. Методических рекомендаций по организации производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах (РД04-355-00).
22. О лицензировании отдельных видов деятельности: Федеральный закон от 08.08.01 № 128 ФЗ.
23. ФНИП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» от 11 декабря 2013года №599.
24. Правила охраны недр (ПБ 07-601-03).
25. Инструкция по безопасной эксплуатации электроустановок открытых горных работ (РД 06-572-03).
26. ФНИП «Правила безопасности при взрывных работах» от 16 декабря 2013года №605.
27. Промышленный транспорт. СНиП 2.05.07-91 /Минстрой России.- М.: ГП ЦПП, 1996.
28. СНиП 2.06.14-85 "Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод".
29. Пособие к СНиП 2.06.14-85 и СНиП 2.02.01-83 по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений
30. СП 31.13330.2012 "СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения".
31. СНиП 3.05.05-84 “Технологическое оборудование и технологические трубопроводы”.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		176

50. Технический проект разработки Удере́йского золотосурьмяного
месторождения ООО “НОК” – 2018 г.

					ДП 21.05.04.09 – 2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		178

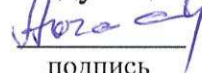
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
Кафедра «Горные машины и комплексы»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой



подпись

А.С. Морин

инициалы, фамилия

« 02 » 02 2022 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

21.05.04 «Горное дело» _____
код и наименование специальности

21.05.04.09 «Горные машины и оборудование» _____
специализация

«Эксплуатация горных машин и комплексов при разработке рудного
месторождения открытым способом» со специальной частью
«Совершенствование технологического процесса ТО и Р двигателей
внутреннего сгорания горных машин»

тема

Пояснительная записка
СФУ ИГДГиГ ДП– 21.05.04.09 – 121517890

Руководитель



к.т.н., доцент

Чесноков В.Т.

Студент ЗГГ15-06ГМ

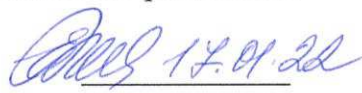
Черемных М.Д.

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа

Консультанты по разделам:

Технология горных работ
наименование раздела


подпись, дата

Е.В. Кирюшина
инициалы, фамилия

Механическое оборудование карьеров
наименование раздела


подпись, дата

И.И. Демченко
инициалы, фамилия

Специальная часть
наименование раздела


подпись, дата

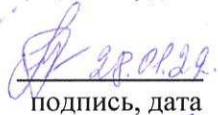
В.Т. Чесноков
инициалы, фамилия

Транспорт
наименование раздела


подпись, дата

Ю.А.Плютов
инициалы, фамилия

Технология ремонта
наименование раздела


подпись, дата

Т.А. Герасимова
инициалы, фамилия

Безопасность жизнедеятельности
наименование раздела


подпись, дата

А.В. Галайко
инициалы, фамилия

Стационарные машины
наименование раздела


подпись, дата

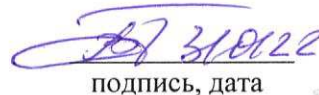
А.С. Морин
инициалы, фамилия

Экономическая часть
наименование раздела


подпись, дата

Р.Р. Бурменко
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

В.Т. Чесноков
инициалы, фамилия