

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А Байконурова

Кафедра «Горное дело»

Сахипова Карина Тимуровна

Обоснование параметров комбинированной геотехнологии
для безопасной добычи хромитов на глубоких горизонтах шахты ДНК

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07203 – «Горная инженерия»

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А Байконурова

Кафедра «Горное дело»

УДК622.274 (043)

а правах рукописи

Сахипова Карина Тимуровна

МАГИСТРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

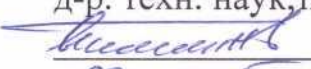
На соискание академической степени магистра

Название диссертации Обоснование параметров комбинированной
геотехнологии для безопасной добычи
хромитов на глубоких горизонтах шахты ДНК

Направление подготовки 7M07203 – «Горная инженерия»

Научный руководитель

д-р. техн. наук, профессор

 А.Бегалинов

«27» 05 2022г.

Рецензент

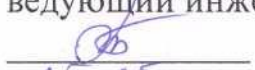
канд. техн. наук

 Д.К. Бекбергенов

«27» 05 2022г.

Нормоконтроль

ведующий инженер

 Д.С. Мендекинова

«25» 05 2022г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт

им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Горное дело

д-р техн. наук, профессор

 С.К. Молдабаев

«27» 05 2022г.

Алматы 2022

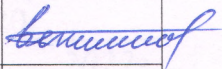
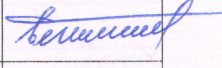
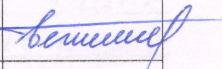
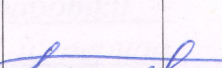
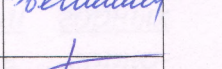
ГРАФИК

Подготовки диссертационной работы

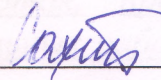
№	Наименование отделов, перечень рассматриваемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1	Изучение геологических, гидрогеологических, геомеханических и горнотехнических условий месторождения Хромтау, шахты ДНК	10.03.2022г.	
2	Выбор эффективной системы разработки, являющейся объектом исследования, и обоснование применения, выбор параметров. Определение факторов, влияющих на качество и эффективность добычи	11.04.2022г.	
3	Технико-экономическое обследование принятых видов крепи	26.04.2022г.	
4	Меры безопасности при проходке горных выработок и добычных работ	10.05.2022г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную диссертацию
с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Главы	Консультанты, И.Ф.О, (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологический раздел	А. Бегалинов, доктор технических наук, профессор	13.03.2022г.	
Специальный раздел	А. Бегалинов, доктор технических наук, профессор	19.04.2022г.	
Раздел экономики	А. Бегалинов, доктор технических наук, профессор	13.05.2022г.	
Раздел обеспечения безопасности при проходке и креплении выработок	А. Бегалинов, доктор технических наук, профессор	18.05.2022г.	
Нормоконтролер	Мендекинова Д.С.	25.05.22	

Научный руководитель,
доктор.техн.наук, профессор  А. Бегалинов

Задание принял к исполнению обучающийся  К. Сахипова

Дата  05 2022 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Горно-металлургический институт имени О.А Байконурова

Кафедра «Горное дело»

7М07203 – «Горная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Горное дело

др техн. наук, профессор

С.К. Молдабаев

«27» 05 2022г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Сахиповой Карины Тимуровны

Тема: Обоснование параметров комбинированной геотехнологии для безопасной добычи хромитов на глубоких горизонтах шахты ДНК

Утверждена приказом Ректора университета № 2028-М от 03.11.2020г.

Срок сдачи законченной работы « » 2022г.

Исходные данные к дипломной работе: По геологическим, гидрогеологическим и горнотехническим условиям рудника «ДНК», месторождения Хромтау необходимо выбрать и обосновать систему разработки и рассчитать объемы горной выработки – проходку рудного штрека при добыче, запланированные на 2-й период строительства, в зависимости от категории устойчивости горных выработок. В частности, необходимо проанализировать горно-геологические, гидрогеологические, горнотехнические условия шахтной зоны и физико-механические свойства, напряженно-деформационные условия возводимых массивов подземных горных выработок; проанализировать схемы вскрытия месторождения с целью разработки полезных ископаемых месторождения, состояния горных выработок, предназначенных для сложных, подготовительных и рудоочистительных работ, построенных до настоящего времени шахты, а также проектов и схем застройки горных выработок, строящихся в будущем (вскрываемых горизонтах

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

а) Месторождение Кемпирсайского рудного района расположены на восточном склоне Орь-Илекского водораздела в Северных Мугоджарах.

Рельеф месторождения «Миллионное» довольно ровный с абсолютными отметками от 400 до 412м. Физико-механические свойства горных выработок следующие:

Раздел 1: горные породы серпентинизированные перидотиты, связанные с слоем дунитовых горных пород, достигают 290м по направлению растяжения, коэффициент прочности $f=6-7$, плотность $\gamma=2,45$ г, коэффициент структурной ослабленности $K_c=0,52$; пористость $P=2,3\%$, влажность $W=0,4\%$, угол внутреннего трения $\beta=42^\circ$; коэффициент рассеяния $K_p=1,7$; приток воды $2 \text{ м}^3/\text{час}$.

Перечень графического материалов (с точным указанием обязательных чертежей):

а) представлены 12 слайдов презентации работы

б) чертежи объекта исследования (геологические разрезы и схемы вскрытия шахты и т. д.);

в) представлены схемы предлагаемой комбинированной системы разработки и др.;

г) результаты исследования показателей предлагаемой технологии, (таблицы, графики зависимости и т.д.)

Рекомендуемая основная литература:

1. Разработка способов повышения устойчивости подготовительных и нарезных выработок, пройденных на больших глубинах в интенсивно нарушенных массивах пород на месторождении Донских хромитов // Отчет НИР ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, 2002. – 36 с.

2. Разработка и обоснование параметров комбинированной геотехнологии для безопасного и устойчивого развития добычи хромитов на глубоких горизонтах // Промежуточный отчет по НИР ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, 2018. – 62 с.

3. Технологический регламент на ведение горных и бетонозакладочных работ при отработке запасов месторождения «Первомайское». «ВНИИЦВЕТМЕТ», Усть-Каменогорск, 2017. – 51с.

4. Джангулова Г.К. Разработка научно – методических положений прогнозирования поведения поверхности над зоной очистных работ в структурнонарушенных массивах. Дисс. на соискание ученой степени канд. технических наук. Алматы. – 2009 г. – 125 с

АННОТАЦИЯ

В диссертационной работе рассмотрены и обоснованы параметры комбинированной системы разработки в глубоких горизонтах, обеспечивающих безопасность и устойчивость добычи хромитовых руд в условиях этажа -480/-640м месторождения «Миллионное». В исследовании изучались гидрогеологические и горнотехнические особенности

В специальной части произведен анализ целесообразности применения комбинированной системы разработки при совместном порядке и последовательности ведения горных работ системами с самообрушением руды и закладкой. Обоснованы параметров искусственного днища (ИД) блока при системе с самообрушением руды и граничного влияния очистных работ при комбинированной системы разработки и было рассмотрено внедрение высокопроизводительных самоходных машин для повышения производительности при добычи хромовых руд.

АҢДАТПА

Диссертациялық жұмыста "Миллионное" кен орнының -480/-640м кабаты жағдайында хромит кендерін өндірудің қауіпсіздігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ететін терең горизонттарда игерудің аралас қазу жүйесінің параметрлері қарастырылып, негізделінді. Жұмыстың барысында гидрогеологиялық және тау-кен техникалық ерекшеліктері зерттелінді.

Жұмыстың арнайы бөлімінде кенді өздігінен құлату және толтырмалау қазу жүйесінің тау-кен жұмыстарын жүргізудегі бірлескен тәртібі мен дәйектілігі кезінде құрамды қазу жүйесін қолданудың орындылығына талдау жасалды. Кенді өздігінен құлата қазу жүйесі кезіндегі блоктың жасанды түбінің (ЖТ) параметрлері және құрамды қазу жүйесі кезіндегі тазарту жұмыстарының шекаралық әсері негізделді және хром кендерін өндіру кезінде өнімділікті арттыру үшін өздігінен жүретін машиналарды енгізу қарастырылды.

ANNOTATION

In the dissertation work, the parameters of the combined development system in deep horizons that ensure the safety and stability of the extraction of chromite ores in the conditions of the -480/-640m floor of the Millionnoye deposit are considered and justified. The study studied hydrogeological and mining technical features

In a special part, an analysis was made of the feasibility of using a combined development system with a joint order and sequence of mining operations by systems with self-destruction of ore and laying. The parameters of the artificial bottom (ID) of the block with a system with self-destruction of ore and the boundary effect of cleaning operations with a combined development system were substantiated and the introduction of high-performance self-propelled machines to increase productivity in the extraction of chrome ores was considered.

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	9
1	Общие сведения о месторождение «Миллионное»	12
1.1	Геологическая характеристика месторождение «Миллионное»	13
1.2	Инженерно-геологические, горнотехнические и гидрогеологические условия разработки	16
1.3	Вскрытие месторождения	18
2	Системы разработки шахты «ДНК» месторождение «Миллионное»	20
2.1	Особенности отработки хромитовых запасов на шахте «ДНК» месторождение «Миллионное» традиционной системой разработки с самообрушением руды	20
2.2	Определение потерь и разубоживания руды при отработке хромитовых запасов	26
3	Предлагаемая комбинированная геотехнология системы разработки для устойчивого подземной добычи хромитов в условиях горизонтов шахт «ДНК» месторождение «Миллионное»	27
3.1	Обоснование применения комбинированной геотехнологии системы разработки в условиях шахт этажа -480м/-640 м месторождения «Миллионное»	27
3.2	Разработка подземной геотехнологии системы разработки с искусственным днищем блока и обоснование их параметров при комбинированной геотехнологии	30
3.3	Методология по обоснованию расчета прочности искусственных днищ (ИД) с многоопорной железобетонной платформой	38
3.4	Расчета прочности предлагаемой ИД	39
3.5	Предлагаемая комбинированная геотехнология системой разработки нисходящей слоевой закладкой под искусственным перекрытием и в комбинации системой самообрушением руды и доставкой с применением самоходного оборудования в условиях искусственного днища блока	44
3.6	Расчет технико экономической эффективности предлагаемого способа комбинированной подземной системы разработки	48
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	57
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	61
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	62
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	63

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы

Диссертационная работа посвящена обоснованию применения комбинированной системы разработки глубоких горизонтов, обеспечивающих безопасность и устойчивое развитие добычи хромитов при совместном порядке и последовательности ведения систем с самообрушением руды и закладкой.

Основными и определяющими показателями при выборе способа системы разработки являются горно-геологические условия залегания рудных тел и вмещающих пород, их геоструктурное строение, прочность, деформируемость и устойчивость. На основании детального и обстоятельного изучения этих показателей решаются вопросы оценки геотехнического состояния массива в процессе ведения горных работ, определяются параметры основных технологических процессов принятой системы разработки, а также решаются вопросы по обеспечению эффективности, надежности и безопасности ведения эксплуатационных работ.

Объектом исследования является обоснование и методика выбора комбинированной системы разработки в условиях этажа -480/-640м месторождения «Миллионное».

Актуальность диссертационной работы. Актуальность темы диссертации заключается в том, что на шахте ДНК из-за сложных горно-геологических условиях возникающих высоких горных давлений, требуется значительные затраты на крепление при горно-подготовительных работах, что является одной из важнейших проблем, возникновения повышенной опасности при ведении горных работ. Так как, традиционная система разработки с самообрушением руды исчерпала свои технические возможности при добыче хромитовых руд в глубокозалегающих структурно-нарушенных массивах, а также в техногенно-опасных горно-технологических условиях, месторождение «Миллионное». На сегодняшний день не разработана методика и не обоснованы конструкции и параметры технологии добычи с самообрушением руды.

В связи с этим применение комбинированной системы разработки с самообрушением руды и закладкой, а также искусственного днища в глубоких горизонтах является актуальной задачей.

Целью работы является: Обоснование параметров комбинированной системы разработки на глубоких горизонтах, обеспечивающих безопасность и устойчивое развитие добычи хромитов при совместном порядке и последовательности ведения систем с самообрушением руды и закладкой.

Основная идея работы. Заключается в разработке порядка и последовательности комбинированной разработки систем с самообрушением руды и с твердеющей закладкой, для безопасности ведения подземных горных работ.

Основные задачи исследований:

1. Изучение горно-геологического и горнотехнического состояния массива пород, исследование влияния очистных работ на устойчивость горизонта выпуска при системе с самообрушением руды в условиях отработки запасов структурно нарушенных хромитовых руд и оценка рекомендуемой комбинированной геотехнологии по скорректированному проекту КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ при отработке запасов на глубоких горизонтах хромитового месторождения «Миллионное» (шахта «ДНК» ДонГОКа).

В процессе реализации поставленной задачи будут изучены горно-геологические и горнотехнические состояния массива пород, исследовано влияние очистных работ на устойчивость горизонта выпуска при системе с самообрушением руды в условиях отработки запасов структурнонарушенных хромитовых руд и оценена рекомендуемая комбинированная геотехнология по скорректированному проекту КАЗГИПРОЦВЕТМЕТ при отработке запасов на глубоких горизонтах хромитового месторождения «Миллионное» (шахта «ДНК» ДонГОКа).

2. Разработка методики и обоснование параметров комбинированной системы разработки с самообрушением руды с искусственным днищем блока из твердеющей бетонной закладки, и совместное ведение подземных горных работ системой с закладкой для безопасности и устойчивости добычи хромитовых руд на глубоких горизонтах (на примере шахт «ДНК» ДонГОКа).

В процессе реализации поставленной задачи будет разработана методика и обоснованы параметры комбинированной системы разработки с самообрушением руды с искусственным днищем блока из твердеющей бетонной закладки, и совместное ведение подземных горных работ системой горизонтальными слоями нисходящей выемкой с закладкой для безопасного и устойчивого развития добычи хромитов на глубоких горизонтах (на примере шахт «ДНК» ДонГОКа).

3. Разработка рекомендаций порядка и последовательности параллельной разработки систем с самообрушением руды и с закладкой, с учетом их площадных размеров очистных работ, а также разработка технологического регламента по применению комбинированной системы разработки с расчетом экономической эффективности и безопасности ведения подземных горных работ на глубоких горизонтах хромитового месторождения, на примере «Миллионное» на горизонте -480м/-640 м ДонГОКа.

Научной новизной работы является методика обоснования параметров комбинированной системы разработки, обеспечивающая безопасное и устойчивое подземное добычи хромитов при совместном порядке и последовательности ведения горных работ технологией с самообрушением руды и с закладкой выработанного пространства в условиях перехода на глубокие горизонты шахты ДонГОКа.

Публикации: Одна статья по теме диссертации опубликована в сборнике трудов Международной конференции «Сатпаевские чтения» (12.04.2021г.), вторая статья опубликована в Международном научно-практическом конференции АН КазССР А.Ж. Машанова (18.03.2022)

1 Общие сведения о месторождение «Миллионное»

Месторождения Миллионное хромитовых руд, составляющие сырьевую базу Донского ГОКа, расположены в Хромтауском районе Актюбинской области.

К шахтному полю шахты «10-летия независимости Казахстана (ДНК)» относятся месторождения «Миллионное», «Алмаз-Жемчужина», №21, «Первомайское», «Западная залежь», они расположены в непосредственной близости от г. Хромтау. Областной центр – г. Актобе расположен в 90 км по прямой к западу от г. Хромтау (рисунок 1.1).

В границах месторождений рельеф ровный. Абсолютные отметки колеблются от 380 до 420м.

Климат района – резко континентальный с сухим жарким летом и суровой зимой. Согласно СНиП РК 2.04-01-2010 «Строительная климатология», месторождения относятся к IIIА климатическому подрайону.

Среднегодовая температура воздуха составляет плюс 4,2°С. Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 42°С, абсолютная минимальная – минус 48°С. Характерной особенностью климата являются почти постоянно дующие ветры.

Глубина промерзания грунта составляет от 1,5 до 2,0 м.

Донской ГОК добывает и перерабатывает хромовую руду, товарной продукцией является хромовый концентрат, окатыши и дробленая товарная руда. В г.Хромтау расположена ж.д. станция Донское Западно-Казахстанской железной дороги, с которой продукция Донского ГОКа поставляется на ферросплавные заводы Казахстана (г.Актобе и г.Аксу) и России.

С областным центром – г.Актобе г.Хромтау соединен асфальтированной дорогой протяженностью 110км и железной дорогой, через станции Никельтау и Кандыгааш, протяженностью 210 км.

Энергообеспечение района производится от системы Актюбинской РЭК по линиям 220 и 110 киловольт. В качестве топлива используется газ, резервом является мазут. В восточной части район пересекается трассой газопровода Бухара - Урал, ответвления от этого газопровода проходят через города Актобе и Хромтау.

Снабжение питьевой и технической водой горнорудного предприятия производится за счет подземных вод существующих водозаборов.

Месторождение «Миллионное» простирается к югу от карьера «Миллионный» на 1740 м при ширине в плане до 250 м. На месторождении до глубины 1100 м выявлено два рудных тела (1 и 2) с балансовыми запасами руд [1].

Рудное тело 1 вскрыто 52-мя скважинами на глубинах от 360 до 610 м. Угол падения тела – от 0 до 46°, на запад. Форма рудного тела – вытянутая линза с тупым выклиниванием по падению. Руды густовкрапленные, реже сплошные. Редковкрапленные руды занимают периферийные части, развиты на выклинивании. Контакты рудного тела с вмещающими породами четкие.

образованиях. Породы первых трех ярусов сильно дислоцированы, смяты в складки с крутым падением крыльев. Простираение пород близко к простираению контактов Кемпирсайского массива. В западной и южной части массива вмещающие его верхнепротерозойские образования падают в сторону от массива, а в северо-восточной части – под массив.

Массив сложен серпентинитами по перидотитам, дунитам и их разновидностям. В южной части широко развиты серпентиниты по дунитам, с которыми связаны хромитовые месторождения.

Все промышленные месторождения высокохромистых руд района сосредоточены в своде и присводовых частях Юго-Восточного поднятия массива, в пределах Главного (или Южно-Кемпирсайского) рудного поля. Они образуют здесь две субмеридиональные зоны – Западную и Восточную.

Западная рудоносная зона протягивается на 22 км в северо-восточном направлении и включает месторождения: Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское, №16, 29, 29а, 31, 39, Хромтауское, Геофизическое VII, Комсомольское, №4, Геофизическое V и III, им. XX лет КазССР, Геофизическое XII, Александровское и Июньское [5].

Восточная рудоносная зона имеет такую же ориентировку, что и Западная. В пределах ее находятся месторождения Восход, Караагаш, № 21, Спорное, Спутник, Гигант, Геофизические II и VI, Соловьевское, им. 40 лет КазССР - Молодежное и Вкрапленное.

Сарсайская группа месторождений находится в 5 км к северо-востоку от Джангиз-Агачской группы и в 4-5 км к юго-востоку от поселка Сарсай. К Сарсайской группе относится месторождение 40 лет КазССР-Молодежное.

В данной диссертации предлагаемая система разработки для применения будут рассматриваться на месторождениях «Миллионное».

Рудное тело 23 вскрыто на западном фланге месторождения на глубинах от 1080 до 1370м. Это рудное тело является одним из наиболее крупных в Южно-Кемпирсайском поле. Форма тела – линзовидная. По восстанию расщепляется на многочисленные маломощные образования, разделенные породами.

Рудные тела 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 9, 36 и 37 имеют небольшие размеры и пространственно расположены в непосредственной близости от рудных тел 3 и 23.

По данным бурения на месторождении «Алмаз-Жемчужина» выделено три пострудных нарушения.

Околорудные изменения в породах проявились в повышенной серпентинизации. Околорудные породы часто пересечены жилками средне- и густовкрапленных хромитовых руд. Во многих скважинах на южном фланге месторождения в кровле рудного тела вскрываются тонкозернистые черные сульфидоносные серпентиниты мощностью до 50 м.

Месторождение «Миллионное» расположено в 700м к западу, «Первомайское» – в 500 м к востоку от месторождения «Алмаз-Жемчужина».

Месторождение «Миллионное» простирается к югу от карьера «Миллионный» на 1740 м при ширине в плане до 250 м. На месторождении до глубины 1100 м выявлено два рудных тела (1 и 2) с балансовыми запасами руд.

Форма рудных тел – вытянутые линзы с тупым выклиниванием по падению. Рудные тела погружаются в южном направлении под углом 10-15°.

Рудные тела разорваны тектоническими нарушениями с амплитудой смещения по ним до 80 м. По данным бурения на месторождении выделено семь пострудных нарушений.

Руды густовкрапленные, реже сплошные. Редковкрапленные руды занимают периферийные части, развиты на выклинивании.

Геологическое строение массива Кемпирсай на рисунке 1.2



Рисунок 1.2 – Геологическое строение массива Кемпирсай

1.2 Особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки хромитовых запасов на глубоких горизонтах -480/-640 м шахты ДНК ДонГОКа

Инженерно-геологические условия отработки запасов относятся к категории сложных, а горнотехнические условия (по заключению института «ВИОГЕМ») – к разряду весьма сложных [7,8].

Руды и рудовмещающие породы в соответствии с «Инструкцией по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров ...» относятся к не склонным к самовозгоранию, а месторождения в целом к непожароопасным. Руды и породы не опасны по взрывам пыли.

Коэффициент разрыхления для руд и пород составляет 1,5-1,6 [9].

Рудовмещающие породы характеризуются в основном как среднеабразивные и ниже средней степени абразивности, относятся к III–IV классам абразивности и имеют показатель абразивности от 10-18 до 18-30 мг. Хромовые руды имеют повышенную степень абразивности, относятся к VI классу и характеризуются показателем абразивности 45-65 мг.

Сейсмичность района расположения месторождений в соответствии со СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмических районах. Нормы проектирования» составляет 5 баллов, поэтому дополнительные требования к строительным конструкциям не предъявляются.

Отрицательной особенностью массива серпентинизированных ультраосновных пород является проявление на отдельных участках горных выработок ускоренного и интенсивного выветривания пород. Эти участки по данным ВИОГЕМа характеризуются развитием аподунитовых серпентинитов, содержащих гидроксильные ферромагнезиальные минералы (ферробрусит, пироаурит, шегренит) в количестве более 10 %.

Уменьшение плотности ведет к увеличению объема, а при отсутствии свободного пространства – к возникновению внутреннего напряжения в горной породе. Эти процессы в свою очередь приводят к нарушению устойчивости кровли и стенок горных выработок (осыпи, вывалы, обрушения) и к выдавливанию (пучению) почвы горных выработок. Наблюдениями на шахте «Молодежная» зафиксировано, что максимальная скорость разрушения стенок выработок составляет 2-3 м в глубину за 5-6 месяцев, а максимальное выдавливание (пучение) подошвы горной выработки достигало 0,4 м.

Геомеханические исследования состояния горного массива пород по многоцелевой программе изучения проявления горного давления в подземных горных выработках эксплуатируемых шахт проводятся Институтом горного дела Уральского отделения Российской академии наук (ИГД УрО РАН) [10].

В пределах площади горного отвода шахты «ДНК» развиты два типа подземных вод: поровые – в меловых и палеогеновых отложениях и трещинные – в скальном палеозойском массиве.

Трещинные воды, развитые в скальном рудовмещающем массиве, являются основным источником обводнения горных выработок и подразделяются на трещинно-грунтовые и трещинно-жильные. Их распространение приурочено к зонам открытой трещиноватости метаморфизованных интрузивных пород основного и ультраосновного состава, представленных габбро-амфиболитами и серпентинитами по дунитам и перидотитам. Схематическая геологическая карта района на рисунке 1.3

Результаты расчётов прогнозных водопритоков приведены в таблице 1.1 [11].

Таблица 1.1 – Прогнозные водопритоки в подземные горные выработки шахты

Очереди отработки запасов	Месторождения (горные выработки)	Расход нормального водопритока, м ³ /ч
I	№ 21 (подкарьерные выработки)	70
I	Миллионное, Алмаз-Жемчужина, Первомайское и Западная залежь	770
II	Миллионное, Алмаз-Жемчужина	1170
III	Алмаз-Жемчужина	1220

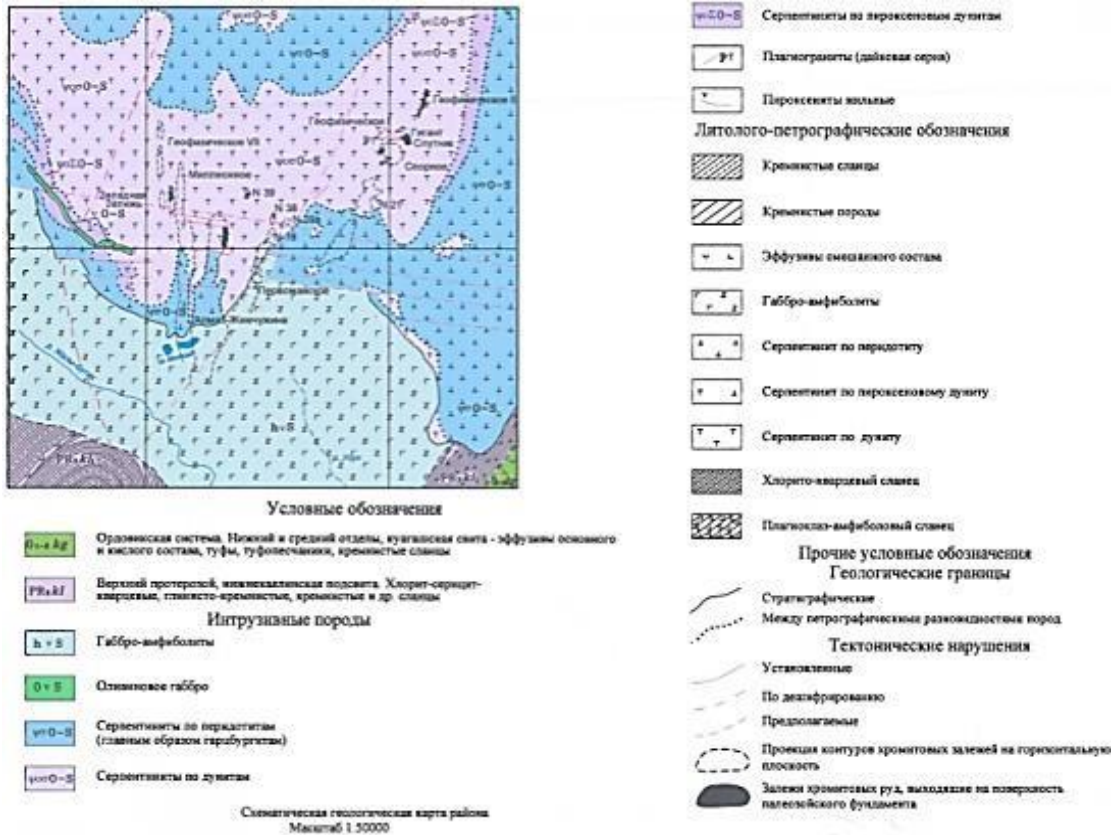


Рисунок 1.3 – Схематическая геологическая карта района

1.3 Вскрытие месторождения

Вскрытие части балансовых запасов месторождения «ДНК» в настоящее время осуществлено тремя стволами, расположенными вкрест простирания месторождения. Выбор места заложения основных вскрывающих выработок выполнен на основании принятых ранее технических проектных решениях. Схема вскрытия показана на рисунке 1.3.

Последние 30-ти лет ДонГОКом на шахте «ДНК» ведет подземную разработку с применением системы разработки с обрушением руды. Данная система – это хорошо известная система разработки в условиях глубокозалегающих горизонтах Кемпирсайском месторождении с принятыми следующими параметрами (рисунок 1.4), а именно:

- расстояния между горизонтами – 80 м;
- подготовка горизонта -480м частично проеден;
- ствол «Вентиляционный» уже пройден до отметки -825м;
- ствол «Скиповой» в проходке и проведен в до отметки -400м;
- ствол клетовой пройден до отметки -560м;
- дополнительные стволы для обеспечения доступа и требований по проветриванию горных выработок проведены:
- ствол «Вспомогательный» до отметки -252м;
- ствол «Скипо-Клетевой»;
- ствол «Северно-Вентиляционный» - до отметки -180м.

Объем добычи по 2-ой очереди будут зависеть от нижеследующих факторов:

- завершение проходки стволов;
- проходка и оснащение подземных дробилок;
- проходка и оснащение вскрывающих выработок;
- подготовка и нарезка блоков для отработки запасов запланированных рудных тел.

В связи, требование к добыче при отработке 2-й очереди в 2023 году зависит не только от проходки и оснащение стволов, но и более важно, от проходки выработок и обеспечения на горизонте - квершлагов и дробильных камер, обеспечивающих дробления и транспортировки руды к стволам. Кроме того, что проходка вскрывающих и подготовительных выработок должна быть завершена для обеспечения добычных блоков сразу после ввода стволов в эксплуатацию.

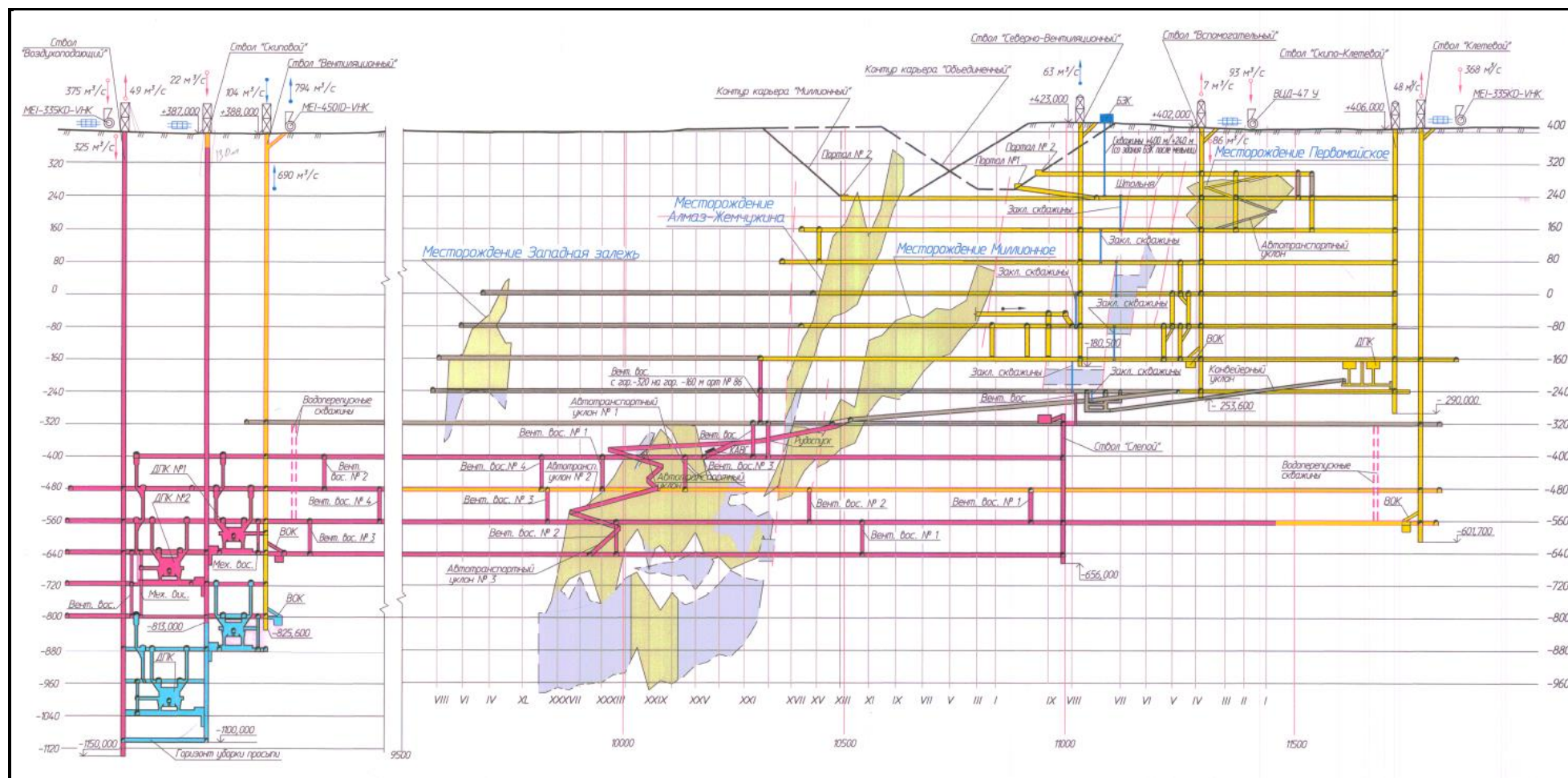


Рисунок 1.4 – Схема вскрытия для шахты ДНК на этажах -480М/-640

Рудные тела «Алмаз-Жемчужина» и «Миллионное» по проекту шахт «ДНК» включает в себя горизонты: -320м, -400м, -480м, -560м, -640м указанные на рисунке 1.5.

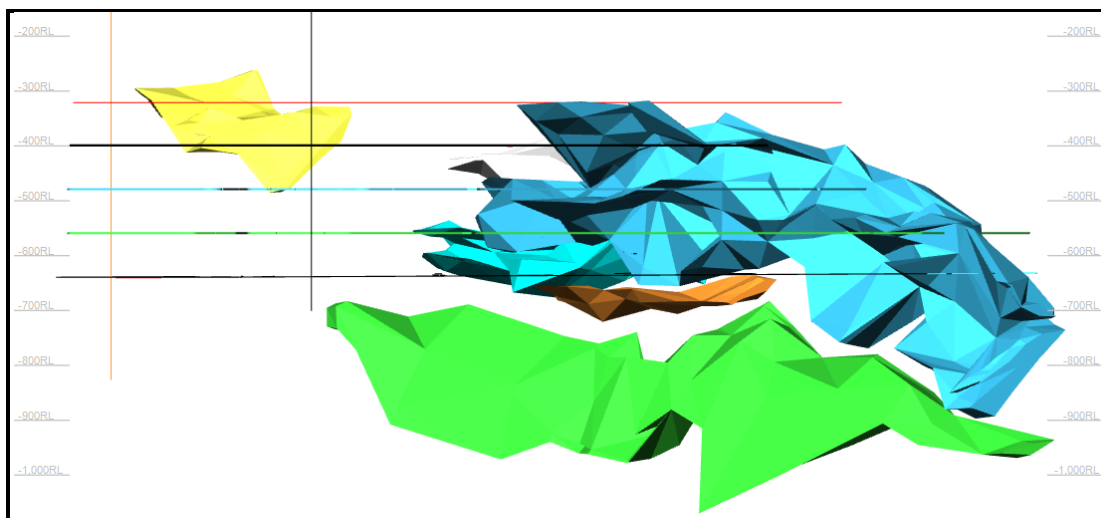


Рисунок 1.5 - рудные тела 2-ой очереди (синий цвет - 2-я очередь отработки месторождения «Алмаз-Жемчужина» и желтый цвет – 2-я очередь отработки месторождения "Миллионное" и зеленая – 3-я очередь

2 Системы разработки шахты «ДНК» месторождение «Миллионное»

2.1 Особенности отработки хромитовых запасов на шахте «ДНК» месторождение «Миллионное» традиционной системой разработки с самообрушением руды со скреперной доставкой

Правильный выбор системы подземной разработки имеет огромное значение.

Выбор рациональной системы для разработки данного месторождения осуществляется в два этапа.

I этап. Предварительный отбор систем, приемлемых по геологическим и горнотехническим условиям месторождения.

II этап. Сравнительная оценка отобранных систем и выбор наиболее рациональной.

Однако существующая методика выбора систем отличается по видам полезных ископаемых.

Поскольку геологические и горнотехнические факторы имеют существенное значение при предварительном отборе, рассмотрим их, прежде чем говорить о методике выбора систем разработки.

Геологические и горнотехнические факторы, влияющие на выбор системы разработки рудных месторождений, Ш.Н. Мамедов разделяет на две группы: постоянные и переменные. К постоянным отнесены факторы, принимающие участие при решении вопроса о выборе систем для любых условий, к переменным – факторы, либо вовсе не участвующие, либо участвующие в специфических условиях данного месторождения.

Сущность системы самообрушения руды состоит в том, что рудную залежь, подготовленную этажным или подэтажным способом разделяют на отдельные выемочные блоки, запасы руды в которых отрабатывают самообрушением на всю высоту этажа (подэтажа) с выпуском руды под действием собственного веса, а управление кровлей осуществляется самообрушением вмещающих пород.

Технология с самообрушением руды вызывает большой интерес из-за своей дешевизны и простоты. Опыт применения данной технологии на подземных рудниках компании «Де Брис» (DeBeers, ЮАР) показал, что себестоимость добычи соизмерима с себестоимостью добычи открытым способом. Интересен опыт работающих по данной технологии и принадлежащих авторам [15], и описание опыта эффективной работы наиболее нескольких зарубежных горнодобывающих предприятия: алмазодобывающие рудники «Финч», «Премьер» и «Коффифонтейн» (ЮАР), медно-никелевый рудник «Нортспаркс» (Австралия), медномолибденовый рудник «Хендерсон» компании «Клаймакс» (США) и рудник «Эль Тениенте» (Чили). Системы разработки с самообрушением руды длительное время традиционно считается основной технологией добычи хромитовых руд на

шахтах ДонГОКа. Эффективность этой системы связана с решением задач геомеханического обеспечения устойчивости горных выработок в днище блока, снижением опорного давления возрастающего с началом очистных работ, выбором и обоснованием оптимальной конструкции днища блока, порядка отработки смежных добычных единиц и составлением планограммы выпуска руды.

Условия применения. Систему применяют при отработке крутопадающих мощных и весьма мощных рудных залежей с невысокой ценностью и сильно трещиноватых и неустойчивых рудами и с неустойчивыми вмещающими породами. Руда не должна слеживаться, окисляться и самовозгораться.

Подготовительно-нарезные работы. Рудную залежь вкрест простирания разбивают на выемочные блоки высотой 20-80м и шириной 50-60м. Подготовка состоит в проведении откаточных и вентиляционных ортов, материально-ходовых и вентиляционных восстающих. Нарезка состоит в проведении из откаточных ортов до уровня горизонта скреперования рудоспусков (полков), штреков под скреперную доставку, вентиляционного орта, выпускных выработок днища (дучек, разворонок дучек), буровых камер (ниш) из восстающих, а также подсечных выработок. Впоследствии из подсечных выработок образуют компенсационное пространство.

Очистная выемка. Под действием силы тяжести и давления налегающих пород подсеченная снизу руда начинает самообрушаться, постепенно заполняя подсечное пространство. Самообрушение руды идет интенсивно и самообрушенную руду выпускают через выпускные выработки днища (разворонки дучек), соединяющие подсечные пространства с горизонтом скреперования, затем лебедками доставляют до полков откаточного горизонта.

Система разработки с самообрушением руды длительное время традиционно считается основной технологией добычи хромитовых руд на шахтах ДонГОКа. Эффективность этой системы связана с решением задач геомеханического обеспечения устойчивости горных выработок в днище блока.

Горно-геологические и горнотехнические условия разработки хромитового месторождения относятся к разряду весьма сложных ввиду неустойчивости и сильной трещиноватости руд и вмещающих пород, коэффициент крепости руд и пород не превышает 4-6. Эти свойства горного массива создают определенные предпосылки для применения системы разработки с самообрушением руды, однако эта неустойчивость и склонность к самообрушению являются источником постоянного сильного проявления горного давления при всех горных работах на шахтах ДонГОКа.

При использовании системы с самообрушением руды затраты на горно-подготовительные и взрывные работы минимальны. В первую очередь решается вопрос устойчивости горных выработок.

При решении вопросов устойчивости горных выработок при отработке

мощных залежей системой с самообрушением руды наиболее показательным и отвечающим всем требованиям поставленных задач объектом является шахта «Десятилетие независимости Казахстана» (ДНК) [16].

Шахта «ДНК» во многом является уникальной и самой крупной в мировой практике по добыче хромитовой руды подземным способом. В пределах шахтного поля расположены более 50 рудных тел, разведанная глубина залегания рудных тел прослеживается до 1500 и более метров. Кроме этого, рудные тела месторождений отличаются сложной морфологией и геоструктурным строением массива.

Общее простирание рудных тел, субмеридиональное и совпадающее с простиранием рудных зон. Большинство рудных залежей погружаются в южном направлении под углом 10-15°. Широкое развитие поперечных сбросов приводит к образованию ступенчато-блоковой формы залежей.

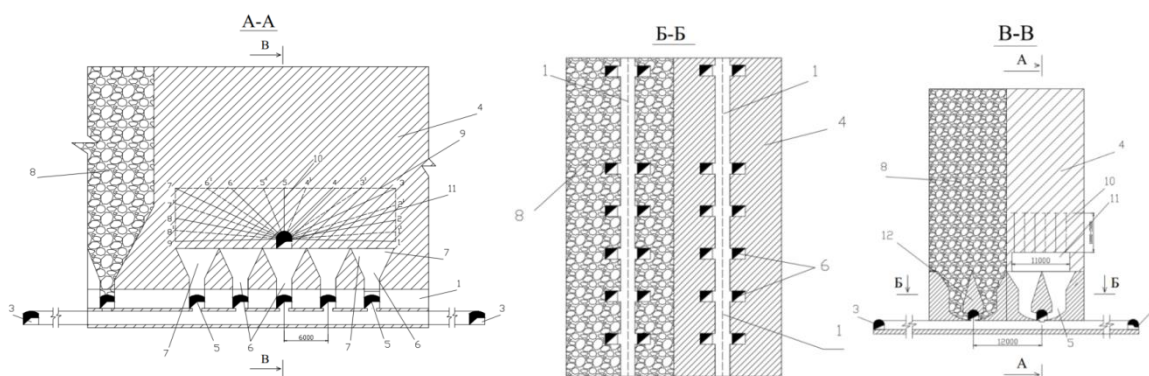
Падение рудных тел пологое на запад и восток, часто в поперечном разрезе рудные тела не имеют выраженного падения при сложной линзообразной форме и тугом выклинивании залежей.

Для всех промышленных месторождений характерны резкие, четкие контакты рудных тел с вмещающими породами. Постепенные переходы вкрапленных руд в серпентинитах по дунитам наблюдаются только на месторождениях бедных руд.

В настоящее время, дальнейшая добыча хрома и наращивание производственных мощностей на шахтах ДонГОКа связаны с вовлечением в эксплуатацию все более глубоких залежей.

Переход на большие глубины несет за собой ужесточение горнотехнических условий, главным образом геомеханических и также технологических. Это, в свою очередь, вызывает новые трудности в обеспечении безопасных условий труда, еще более негативно сказывается на трудоемкости работ и на показателях качества и полноты извлечения, и в итоге влечет за собой рост себестоимости добычи.

При всех своих преимуществах в максимальной производственной мощности и наиболее низкой себестоимости, применение технологии с самообрушением руды и вмещающих пород на шахтах ДонГОКа (рисунок 2.1), за неимением своевременной достойной альтернативы является скорее вынужденной необходимостью, нежели эффективным техническим решением рациональной устойчивой добычи.



1 – штрек скреперования; 2 – погрузочный орт; 3 – откаточный штрек; 4 – рудное тело; 5 – ниша; 6 – дучка; 7 – воронка; 8 – самообрушенная рудная масса; 9 – контуры подсеченного объема к самообрушению; 10 – веера скважин для взрывания подсеченного объема; 11 – подсечный штрек; 12 – надштрековый целик

Рисунок 2.1 - Способ подземной разработки системой с самообрушением руды со скреперной доставкой.

Поэтому выбор системы разработки и ее конструктивных элементов является одной из самых важнейших задач для устойчивого развития добычи хромитов на глубине более 500м в условиях этажа -480м/-640 м месторождения «Миллионное».

Система подэтажного самообрушения на шахте "Молодежная" Донского ГОКа применяется для отработки запасов месторождений, участки запасов которых находятся выше уровня откаточных выработок. Оформление днища блоков для отработки таких запасов производится по породе, над откаточными выработками горизонтов.

Для определения технико-экономических показателей по данной системе за аналог принят расчетный блок, запасы которого расположены в подэтаже между горизонтами

Размеры расчетного блока составляют:

- длина блока 50-200 м по мощности рудного тела;
- ширина блока 60 м;
- высота подэтажа 20-60 м.

Подготовительные и нарезные работы производятся с оформления днища подэтажных запасов, после проходки вертикальных блоков и подэтажных выработок с откаточных ортов.

Очистные работы в очистном блоке отрабатываются панелями, шириной 25-30 м. Подсечку панелей производят веерами неглубоких скважин на высоту 10-15 м.

Веера скважин бурятся из буровых штреков через 2-3 м буровым станком НКР100МПА, размеры сетки скважин (ЛНС) составляют 2-3 м, диаметр скважин 105 мм.

После подсечки рудного массива панели (блока) происходит

самообрушение руды всей части рудного массива панели (блока).

Самообрушение руды управляется (регулируется) путем выпуска руды из дучек.

Конструкция системы разработки приведены на рисунке 2.2

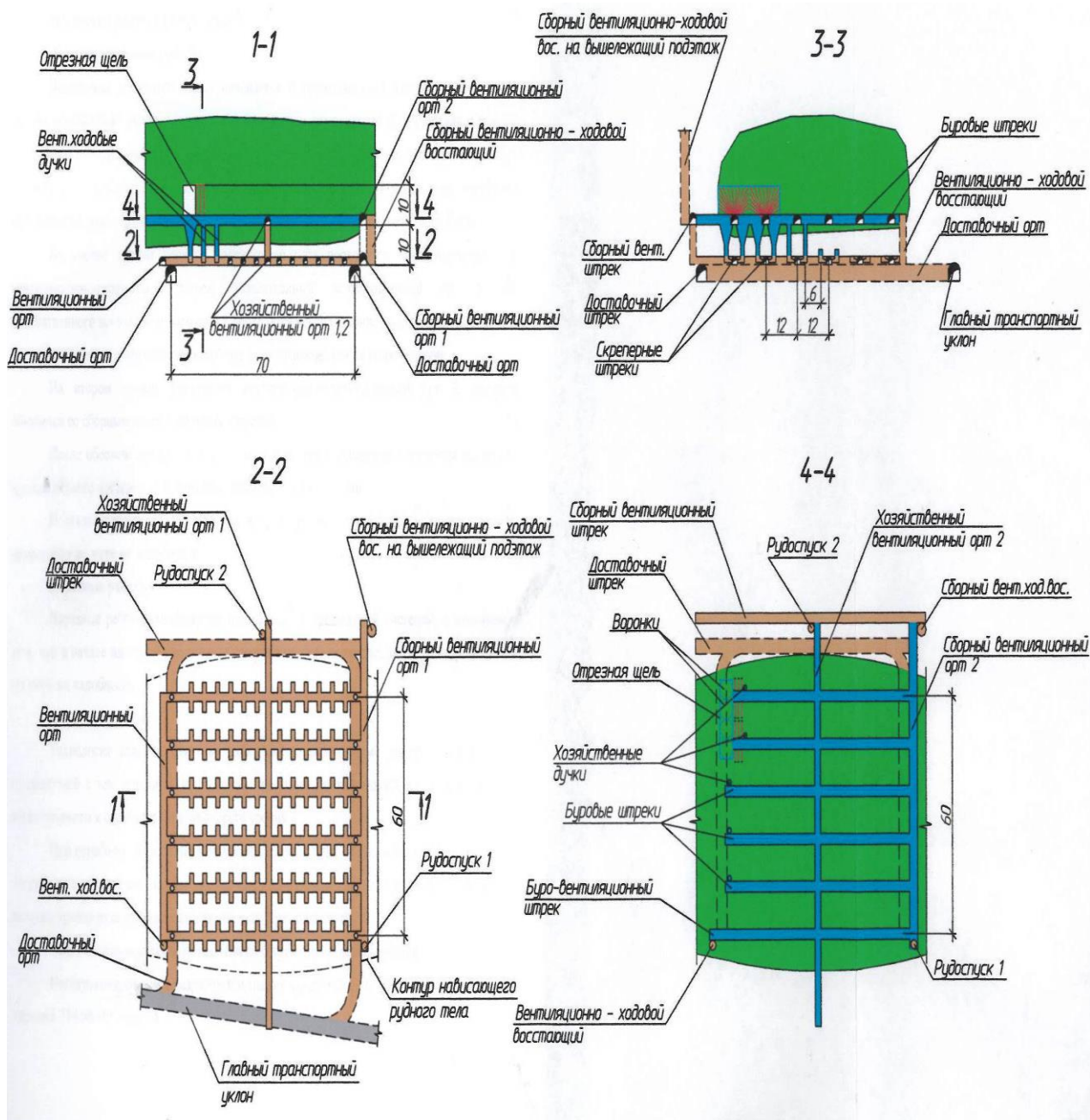


Рисунок 2.2 – Подэтажная система разработки управляемого самообрушения.

В таблице 2.1 представлены основные технико-экономические показатели системы.

Таблица 2.1 - Технико-экономические показатели системы

№ п/п	Наименование показателей	Един. изм.	Показатели
1	2	3	4
1	Исходные данные для расчета:		
	- мощность рудного тела;	м	31
	- угол падения;	град.	0-20
	- плотность руды;	т/м ³	3,77
	- плотность породы;	т/м ³	2,7
	- коэффициент крепости руды;		4-8
	- коэффициент разрыхления;		1,5-1,6
	- кондиционный кусок.	мм	600
2	Удельный вес системы разработки	%	30
3	Годовая добыча, всего	тыс.т	630
	в т.ч.: - из очистных работ;	тыс.т	600
	- нарезных работ;	- "-	30
	- подготовительных работ.	- "-	0,24
4	Годовой объем подготовительных работ, всего	м ³	13419
	в т.ч.: - по руде;	- "-	63
	- по породе;	- "-	13356
	- вертикальных;	- "-	252
	- горизонтальных.	- "-	13167
5	Удельный объем подготовительных работ на 1000 т. товарной руды, всего,	м ³ /1000т	21,3
6	Годовой объем нарезных работ, всего	м ³	22743
	в т.ч.: - по руде;	- "-	18585
	- по породе;	- "-	4158
	- вертикальных;	- "-	13671
	- горизонтальных.	- "-	9072
7	Удельный объем нарезных работ на 1000 т. товарной руды, всего	м ³	36,1
8	Потери	%	16,1
9	Разубоживание	%	17,0
10	Производительность труда на проходческих работах:		
	- вертикальных;	м ³ /ч.см.	2,8
	- горизонтальных.	- "-	3,5
11	Производительность труда забойного рабочего:		
	- на очистных;	т/ч.см.	107
	- по системе: по горной массе	м ³ /ч.см	11,3
	по руде	т/ч.см..	38,2

Технико-экономические показатели системы с самообрушением руды : потери руды 12-20%; разубоживание руды 15-25%; производительность труда забойного рабочего 50-80 т/смену; расход подготовительно- нарезных выработок на 1000 т. руды составляет 3-6 м; удельный расход ВВ на отбойку 0,05-0,100 кг/т.

Достоинства: высокая интенсивность разработки и возможность развития большой производительности; безопасность при нормальной организации работ по подсечке при правильном ведении выпуска; незначительный расход ВВ, малый расход материалов и механической энергии.

2.2 Определение потерь и разубоживания руды при отработке хромитовых запасов комбинированной подземной геотехнологии с применением самоходного оборудования в условиях возведенного днища блока

Исходя из опыта работы Орловского и Тишинского рудников Восточно-Казахстанской области, а также с учетом рекомендаций технологического регламента института «ВНИИцветмет», Донской ГОК, Шахты «10-летие независимости Казахстана» («ДНК»), ВИОГЕМ, ИГД, в соответствии - «Отраслевой инструкции по определению, учету и нормированию потерь руды при разработке железорудных, марганцевых и хромитовых месторождений на предприятиях Министерства черной металлургии СССР» (Г. Белгород, 1975г.) расчетные нормативы потерь и разубоживания при системе разработки горизонтальной нисходящей твердеющей слоевой закладкой и для системы разработки с самообрушением руды и вмещающих пород, в том числе с применением самоходного оборудования, были определены Казахским головным проектным институтом по проектированию предприятий цветной металлургии «Казгипроцветмет» [32].

Результаты расчета потерь и разубоживания по принятым системам разработки по месторождениям: «Алмаз-Жемчужина», «Миллионное» и «Первомайское» представлены в таблице 2.2 [32].

Таблица 2.2 – Потери и разубоживание руды

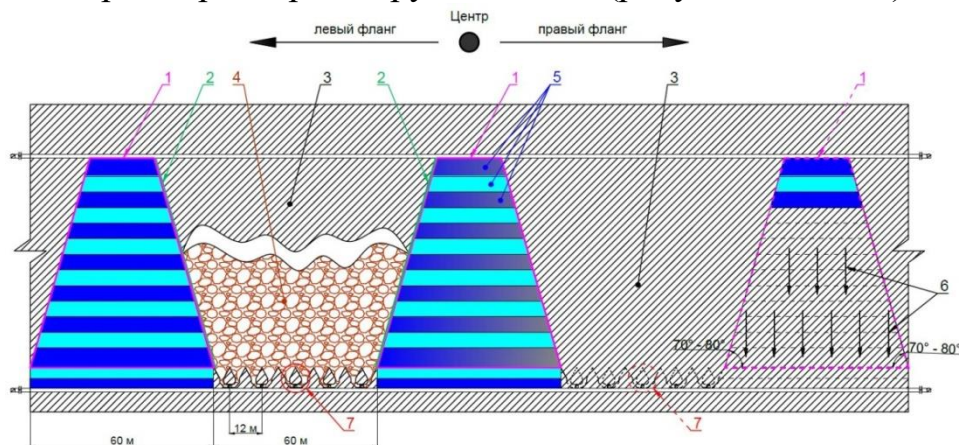
Системы разработки	Потери, %	Разубоживание, %
Система этажного самообрушения	16	19
Система этажного самообрушения с искусственным днищем	15,0	17,0
Система подэтажного самообрушения	16,5	20,0
Система горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой	4,8	7,3

3. Предлагаемая комбинированная геотехнология системы разработки для устойчивого подземной добычи хромитов в условиях горизонтов шахт «ДНК»

3.1 Обоснование применения комбинированной геотехнологии системы разработки в условиях шахт этажа -480м/-640м месторождения «Миллионное»

Сущность предлагаемой идеи заключается в разделенном для отработываемых залежах в пределах этажа и в шахматном порядке ведения фронта горных работ с применением комбинированной подземной геотехнологии - системами с нисходящей горизонтальной слоевой закладкой выработанного пространства под искусственным перекрытием (рисунок 2.10) и технологией с самообрушением руды (рисунок 2.2), обеспечивающей рациональное освоение запасов из недр в условиях глубоких рудных залежах с мощностью более 80 м и сильно-трещиноватыми и неустойчивыми рудными запасами и вмещающими породными массивами (иногда в виде обособленной залежи). Данная предлагаемая комбинированная геотехнология подтверждена патентами [3,33].

В данном варианте комбинированной подземной геотехнологии с высокой полнотой выемки руды и рационально-эффективной отработкой в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах очистные камеры располагаются вкрест простирания рудного тела (рисунки 3.3 и 3.4).

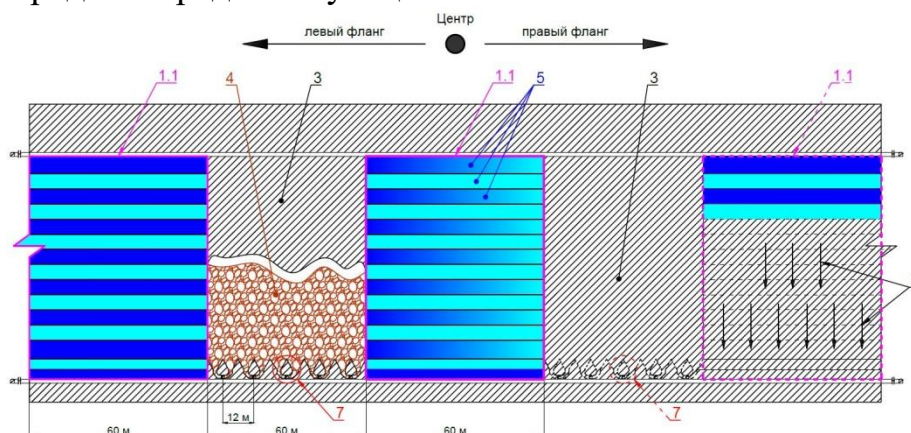


1 – трапецевидная форма блока; 2 – угол наклона стенок боковых границ блока; 3 – соседние блоки; 4 – технология с самообрушением руды; 5 – слои закладочного массива; 6 – направления нисходящего порядка отработки запасов; 7 – горизонт выпуска руды

Рисунок 3.1 – Предлагаемая трапецевидная схема комбинированной геотехнологии с рационально-эффективной отработкой запасов руды в глубоких и сложно-обособленных хромитовых залежах

Для увеличения производительности добычи руды отработка запасов первичных блоков (1 рисунок 3.1 и 3.1.1) производится сверху вниз несколькими слоями закладки, от центра до флангов несколькими блоками по этажу с оставлением участков запасов соседних блоков к вторичной их отработке. Соответствующие параметры днища блоков рассчитываются исходя из технологических выработок оптимальных для выпуска самообрушенного рудного массива из эксплуатационных блоков технологией с самообрушением руды (3, рисунок 3.1 и 3.1.1) на данном горизонте выпуска.

С развитием фронта горных работ в пределах этажа, разработка производится от центра к флангам в горизонтальном и нисходящем порядках. В первую очередь обрабатывается центральный блок (1, рисунок 3.1) системой разработки с закладкой выработанного пространства под искусственным перекрытием, имеющую форму трапеции отличающиеся от типового варианта (рисунок 3.1.1), с углом наклона стенок боковых границ блока $70-80^\circ$ от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса. Это повышает устойчивость закладочного массива при отработке запасов первичного блока (1 и 2, рисунок 3.1) и улучшает процесс самообрушаемости массива сильнотрещиноватых руд при отработке запасов соседних блоков технологией с самообрушением руды (4, рисунки 3.1 и 3.1.1) в этаже сразу после формирования закладочного массива (5, рисунки 3.1 и 3.1.1) в шахматном порядке в предшествующих блоках.



1.1 – прямоугольная форма блока; 3 – соседние блоки; 4 – технология с самообрушением руды; 5 – слои закладочного массива; 6 – направления нисходящего порядка отработки запасов; 7 – горизонт выпуска руды.

Рисунок 3.1.1 – Предлагаемая типовая прямоугольная схема и порядок отработки в глубоких хромитовых залежах подземной комбинированной геотехнологией

После формирования закладочного массива в первичных блоках, в оставленных между ними участках, из днища соседнего вторичного блока (7

рисунки 3.1 и 3.1.1) производится выпуск самообрушенного рудного массива технологией с самообрушением руды.

Принятый на этаже с комбинированной геотехнологией (рисунок 3.1), связанный с закладочной работой обеспечит дополнительную устойчивость наклонного обнажения искусственного массива за счет наклона стенок первичного блока при уменьшении твердеющей смеси до 40% от объема закладки, а также на этаже в соседнем блоке подготовительно-нарезные работы остаются без изменения к увеличенному объему самообрушенного рудного массива в комбинации с технологией с самообрушением руды.

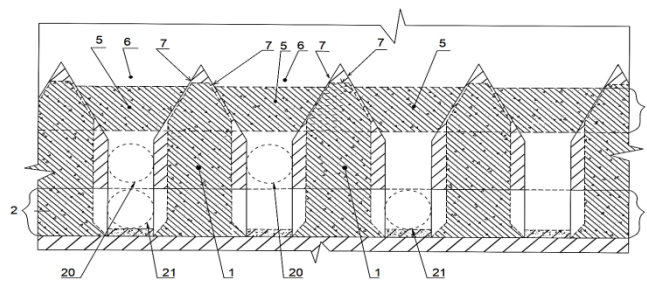
С увеличением глубины горных работ на месторождении при комбинированной геотехнологии в комбинации системой с самообрушением руды, где на горизонте выпуска и доставки в месте вынутого рудного слоя создание монолитной полосы искусственного днища блоков из массива твердеющей закладки используемой как несущий элемент системы разработки, при повышенном горном давлении, обеспечивающей высокую их устойчивость и надежность, а также сохранность на весь период очистной выемки при отработке руды в блоках. Кроме этого, создаются благоприятные условия по безопасной эксплуатации выпускных и доставочных выработок, независимой работы доставки и откатки руды, а их небольшая высота конструкции - ликвидацию возможных завесаний в них рудной массы и сокращению капитальных и эксплуатационных затрат.

3.2 Разработка подземной геотехнологии системы разработки с искусственным днищем блока и обоснование их параметров при комбинированной геотехнологии

Принимая во внимание концепцию проектировщиков (Казгипроцветмет), что в условиях высокого горного давления создание монолитного бетонного массива (искусственное днище), несмотря на большую первоначальную стоимость в сравнении с применяемыми конструкциями днищ в условиях ДонГОКа, экономичнее, так как не требуется дополнительных расходов на ремонт и восстановление выработок днища блока. Однако, проектировщиками не были обоснованы технологические параметры выпускного горизонта по сооружению конструкции искусственного днища.

Предлагаемая нами геотехнология создание искусственного днища на горизонте выпуска и доставки в районе междуштрековых и надштрековых целиков как несущих конструктивных элементов, выдерживают экстремально высокое горное давление при очистной выемке системой разработки с самообрушением руды и вмещающих пород, путем усиления искусственными многоопорными железобетонными платформами для планомерного выпуска руды из блоков (рисунок 3.2 А и Б, В).

A-A

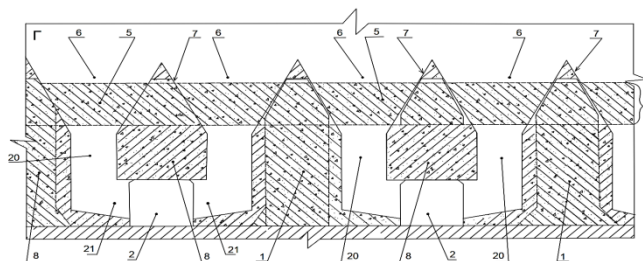


1 - вертикальная искусственная бетонная опора междуштрекового целика; 2 - штрек скреперования; 5 - железобетонная полоса - балки соединяющие искусственные бетонные опоры (1) на уровне первого слоя (воронки); 6 - воронка; 7 - боковые стенки воронки; 20 - дучка.

Рисунок 3.2 А – Предлагаемая технология устойчивоопорной железобетонной платформы искусственного днища блоков из бетонно-твердеющей закладки при системе с самообрушением руды

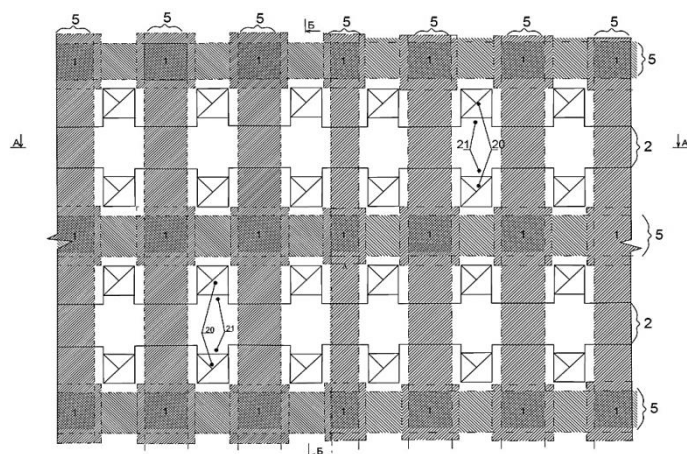
В предлагаемом способе создается искусственное днище блока с устойчивоопорной железобетонной платформой представляющее собой конструкцию (рисунок 3.2 А, Б и В), из вертикальных железобетонных столбов-опор (1, рисунок 3.2 А, Б и В), как в форме удлиненного прямоугольного обелиска междукамерного искусственного целика (1, рисунок 3.2 А и Б), между штреками скреперования (1, рисунок 2.1), с размерами до 7,5-9 м, из трех слоев (рисунок 3.2 Б), высота каждого слоя равна 2,5-3,0 м. В первом слое, являющимся верхней частью опоры (1, рисунок 3.2 А) ширина составляет 2,5÷3,0 м, через каждые 5 м, длина равна расстоянию разрезного штрека (3, рисунок 3.2.1) до вентиляционно-закладочного штрека (4, рисунок 3.2.1).

Б - Б



1 - вертикальная искусственная бетонная опора междуштрекового целика; 2 - штрек скреперования; 5 - железобетонная полоса - балки соединяющие искусственные бетонные опоры (1) на уровне воронки первого слоя; 6 - воронка; 7 - боковые стенки воронки; 8 - искусственный железобетонный надштрековый целик; 20 - дучка; 21 - ниша.

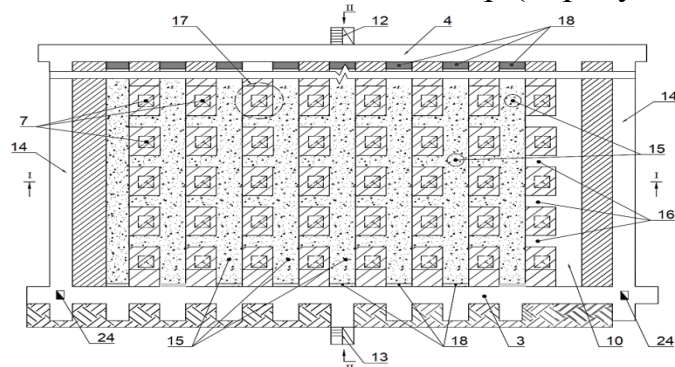
Рисунок 3.2 Б – Предлагаемая технология устойчивоопорной железобетонной платформы искусственного днища блоков из бетонно-твердеющей закладки при системе с самообрушением руды



1 – вертикальная искусственная бетонная опора междуштрекового целика; 2 – штрэк скреперования; 20 – дучка; 21- ниша; 5 – железобетонная полоса – балки соединяющие искусственные бетонные опоры (1) на уровне первого слоя;

Рисунок 3.2 В – Предлагаемая технология устойчивоопорной железобетонной платформы искусственного днища блоков из бетонно-твердеющей закладки при системе с самообрушением руды (в плане)

Данная часть опоры поперечно сеточным соединением связывается в обе стороны железобетонными полосами (5, рисунок 3.2 А, Б и В) шириной 2 м и в длину равным ширине воронки (6, рисунок 3.2 А, Б) с размером 5 м по верхнему контуру и по этой длине на всю высоту от верхнего контура вниз по стенке конуса (7, рисунок 3.2 А, Б) между воронкой (6, рисунок 3.2 А, Б) первого слоя. На втором и третьем слоях ширина опор (1, рисунок 3.2 А, Б и В) равна 5 м и относительно 1-го слоя эти части опор смещены на 1,5 м по оси в обе стороны железобетонных столбов-опор (1, рисунок 3.2 А, Б и В).



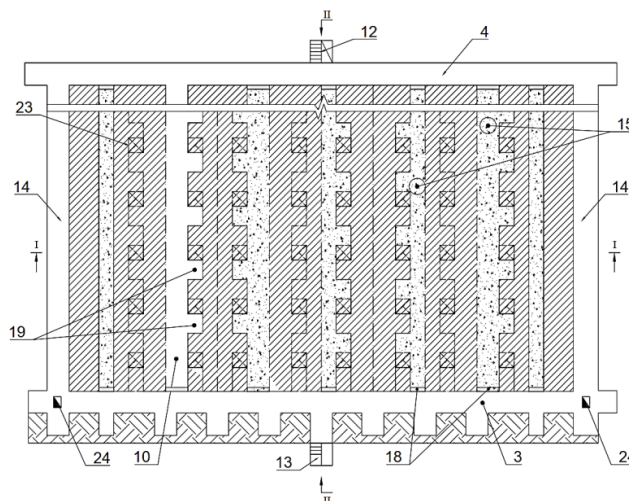
3 - разрезной штрэк; 4 - вентиляционно-закладочный штрэк; 10 - очистные заходки; 12 - ходовой восстающий; 13 - материально-ходовой и вентиляционно-закладочный восстающие; 14 - вентиляционно-закладочный орт; 15 - бетонно-закладочная смесь (материал); 16 - сбойка между воронками; 17 - контуры воронки, оставляемых в виде рудного целика; 18 - перемычки; 24 - рудоспуск

Рисунок 3.2.1 – План 1-го слоя, разрез III-III

Элементом предлагаемого способа создания конструкции днища блока является искусственный железобетонный надштрековый целик (8, рисунок 3.2 Б), вместо рудного надштрекового целика (12, рисунок 2.1), над кровлей и по всей длине штрека скреперования (2, рисунок 3.2 Б), соединенный с межпоперечными горизонтальными железобетонными полосами-балками (5, рисунок 3.2 А, Б и В), связанными с верхней частью на 1-ом слое очистные заходки (10, рисунок 3.2.1) между вертикальными удлиненными искусственными железобетонными столбами-опорами (1, рисунок 3.2 А, Б и В). Параметры данной конструкции характеризуются общей высотой над штреком скреперования (2, рисунок 3.2 Б) - 5 м, длина его на 1-ом слое равна расстоянию от разрезного штрека (3, рисунок 3.2.1) до вентиляционно-закладочного штрека (4, рисунок 3.2.1) и на 2-м слое - до вентиляционно-закладочного штрека (4, рисунок 3.2.2), а также ширина на 1-ом слое равна $2,5 \div 3,0$ м и на 2-ом слое составляет 5 м, т.е. аналогичны параметрам предыдущей конструкции (1, рисунок 3.2 А, Б).

Способ создания искусственного днища из устойчивоопорной железобетонной платформы является очень необходимой горной конструкцией (рисунок 3.2 А, Б, В) для повышения устойчивости конструктивных выработок днища в сложных горно-геологических и в условиях неустойчивых глубокозалегающих массивах с повышенным горным давлением, и способствует увеличению срока службы эксплуатационных блоков.

В предлагаемом способе возведения конструкции искусственного днища железобетонной устойчивоопорной платформы из погрузочно-транспортного орта (11, рисунок 3.2.3 – 3.2.4) проходят ходовой восстающий (12, рисунок 3.2.1 – 3.2.2) с продолжением разрезного штрека (3, рисунок 3.2.1) для первого слоя.



3 - разрезной штрек; 4 - вентиляционно-закладочный штрек; 10 - очистные заходки; 12 - ходовой восстающий; 13 - материально-ходовой и вентиляционно-закладочный восстающие; 14 - вентиляционно-закладочный орт; 15 - бетонно-закладочная смесь (материал); 18 - перемычки; 19 - кармашки-сбойки между будущими дучками; 23 – нетронутый рудный

массив, контуры выпускных выработок для дучки; 24 - рудоспуск

Рисунок 3.2.2 – План 2-го слоя, разрез IV-IV

По висячему боку ведется проходка материально-ходовых и вентиляционно - закладочных восстающих (13, рисунок 3.2.1) на высоту $9 \div 12$ м (в зависимости от расстояния до почвы руды в очистном блоке), а по левому контуру блока проводится вентиляционно-закладочный орт (14, рисунок 3.2.1) для первого слоя. На этой высоте, на верхней части этой отметки для искусственного днища разрезной штрек (3, рисунок 3.2.1) является верхним первым слоем, сечением (3х3 м) с использованием лебедки ЛС-55 до границ блока. Затем, на этом слое от разрезного штрека (3, рисунок 3.2.1) вкрест простирания блока проводятся выработки - очистные заходки (10, рисунок 3.2.1) через 5 метров сечением 3х3 м на расстоянии ~ 60 м до висячего бока залежи. При этом, все очистные заходки (10, рисунок 3.2.1) 1-ой очереди сбиваются через вентиляционно-закладочный штрек (4, рисунок 3.2.1) на этой высоте слоя. Бетонная закладочная смесь (15, рисунок 3.2) по трубопроводам подается на эти очистные заходки (10, рисунок 3.2.1) 1-ой очереди, пройденных на флангах блока.

Все очистные заходки (10, рисунок 3.2.1 и 3.2.2) во время их проходки 1-ой очереди, сбиваются между собой сбоями (16, рисунок 3.2.1) сечением 2х3 м. Эти сбои (16, рисунок 3.2.1) располагаются между контурами воронки (17 – оставляемые в виде рудный целик, рисунок 3.2.1). Рудный целик (17. рисунок 3.2.1) из массива, оставляемый между сбоями (16. рисунок 3.2.1) равен - 5 метрам, для образования форму воронки (7, рисунок 2.1).

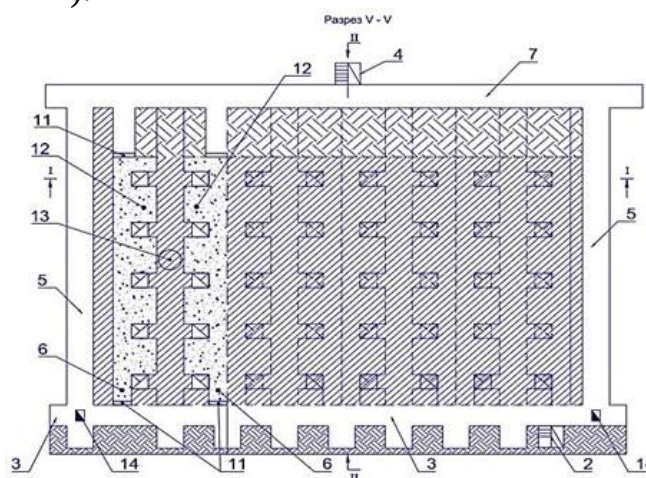
По готовности очистных заходов (10, рисунок 3.2.1) и сбоек (16, рисунок 3.2.1), в них устанавливается металлическая армировка для создания многоопорных искусственных целиков и далее подается бетонная закладочная смесь (15, рисунок 3.2.1) через установленные перемины (18, рисунок 3.2.1 и 3.2.2).

Порядок проходки сбоек (16, рисунок 3.2.1) между очистными заходками (10, рисунок 3.2.1) установка армокаркаса и подача твердеющей закладочной смеси (15) принимается не более чем на 2-3 очистные заходки (10). Закладочно-бетонные работы необходимо проводить с фланга, чтобы по набиранию прочности и твердению бетонной смеси можно начинать горно-проходческие работы на 2-ом слое блока.

Порядок горных работ по проходке очистных заходов (10, рисунок 3.2.2), разрезного штрека (3, рисунок 3.2.2) и сбоек (16, рисунок 3.2.1) на 2-ом слое такой же, как на 1-ом слое (рисунок 3.2.1). Для этого, на 2-ом слое проходится также разрезной штрек (3, рисунок 3.2.2) и от него проходятся очистные заходки (10, рисунок 3.2.2) 1-ой очереди, смещенные на 1,5 м (наполовину) сечения по отношению к очистным заходкам (10, рисунок), которые сбиваются материально-ходовой и вентиляционно-закладочным

восстающим (13) вверх к вентиляционно-закладочным штрекам (4, рисунок 3.2.2) 2-го слоя. Кроме того, для вентиляции и подачи закладочного материала (15) в разрезной штрек (3) из флангов через наклонный вентиляционно-закладочный орт (14) соединяется с вентиляционно-закладочным штреком (4, рисунок 3.2.2) 2-го слоя. Далее, согласно проекту по порядку и очередности проходятся очистные заходки (10, рисунок 3.2.2) 2-го слоя шириной равным 2,5 м на отрезке шириной 5 м с разделением их на расстояния наполовину между будущими выработками – ниши (5, рисунок 2.2). Длина заходки (10) начинается из разрезного штрека (3, рисунок 3.2.2) расстоянием до вентиляционного закладочного штрека (4, рисунок 3.2.2), где последняя с вентиляционно-закладочным восстающим (13, рисунок 3.2.2) соединяется с 1-м слоем искусственного днища блока (13, рисунок 3.2.1). Эти очистные заходки (10, рисунок 3.7) по длине проходки соединяются с левым и правым кармашками-сбоями (19, рисунок 3.2.2) шириной равным 2,5 м и на глубину 2 м по контуру выработками будущей дучки (6, рисунок 2.1).

После подготовки очистных заходок (10) производится армировка их железными каркасами для проведения закладочно-бетонных работ после установки перемычек (18). Также по набиранию нормативной прочности твердеющей закладочной смеси (15, рисунок 3.2.2) на 2-ом слое можно переходить к горным работам 3-го слоя для создания будущего скреперного штрека (1, рисунок 2.1).



2 - материально-ходовой и вентиляционный восстающий; 3 - разрезной штрек; 4 – ходовой восстающий; 5 - вентиляционно-закладочный орт; 6 - очистные заходки; 7 - вентиляционно-закладочный штрек; 11 – перемычки; 12 – кармашки-сбои между будущими дучками; 13 - нетронутый рудный массив, контуры для штрека скреперования; 14 – рудоспуски

Рисунок 3.2.3 – План 3-го слоя, разрез V-V

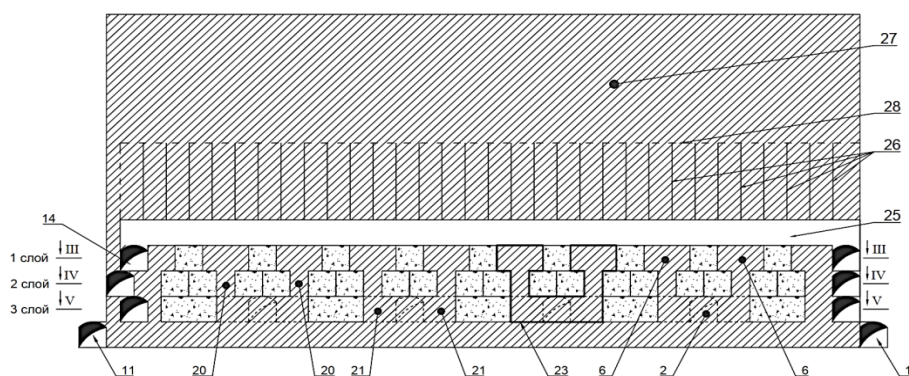
Проходка очистных заходок 3-го слоя, для создания опоры искусственного железобетонного целика днища блока (1, рисунок 3.2 А и Б) начинается с проходки разрезного штрека (3, рисунок 3.2.3) блока, после

оформляется вентиляционно-закладочный орт (5, рисунок 3.2.3) и вентиляционно-закладочный штрек (7, рисунок 3.2.3). Затем, с разрезного штрека (3, рисунок 3.8) 3-го слоя проводятся очистные заходки (6, рисунок 3.2.3), а для вентиляции и аварийного запасного выхода сбиваются с вентиляционно-закладочным восстающим (2, рисунок 3.2.3) 3-го слоя, который вертикально проходится с нижнего 3-го слоя через 2-ой слой до верхнего 1-го слоя блока.

Очередность очистных заходок (6, рисунок 3.2.3) на 3-ом слое проводится по предлагаемой схеме, аналогично как во 2-ом слое. Для этого, с разрезного штрека (3, рисунок 3.2.3) 3-го слоя проходят очистные заходки (6, рисунок 3.8) 1-ой очереди, далее согласно проекта по порядку и очередности проводятся другие очистные заходки (6, рисунок 3.2.3) шириной по 2,5 м с разделением на две заходки (6, рисунок 3.2.3) в районе между будущими выработками ниши (5, рисунок 2.1) сечениями 2х2 м, расположенными в междуштрековом целике (1, рисунок 3.2 А) на расстоянии равным ширине 5 м. Вдоль очистных заходок (6, рисунок 3.2.3) между будущим контуром выработки ниши (5, рисунок 2.1) на этом отрезке глубиной 5 метров с очистных заходок (6, рисунок 3.2.3) в левой и правой сторонах вынимаются рудные сбойки-кармашки (12, рисунок 3.2.3) шириной 5,0 м и на глубину равным 3,0 м по контуру одной из стенок будущей дучки (6 рисунок 2.1). После подготовки очистных заходок (6, рисунок 3.2.3) на 3-ом слое и армировки их железными каркасами для проведения закладочно-бетонных работ также необходимо устанавливать перемычки (11, рисунок 3.2.3).

После проходки и соответствующего набора прочности бетонной закладочной смеси (15) в закладочных очистных выработках (6, рисунок 3.2.3) для создания искусственного железобетонного платформенного днища, по порядку в оставленных по форме во всех слоях в нетронутом виде рудного массива (17, рисунок 3.2.3, 23, рисунок 3.2.3 и 13, рисунок 3.2.3) с контурами выпускных выработок, образованных в проемах между опорами железобетонной платформы шадящими взрывами производится проходка выпускных выработок: штрек скреперования (1, рисунок 2.1), ниша (5, рисунок 2.1), дучки (6, рисунок 2.1 и воронки (7, рисунок 2.1). Для этого шадящим взрывом в оставленном контуре рудного массива штрека скреперования (13, рисунок 3.2.3), а также влево и вправо от него проходят ниши (5, рисунок 2.1) и вверх на второй слой поднимаются дучки (6, рисунок 2.2, 23, рисунок 3.2.3). Далее, также шадящим взрывом поднимают выработки для оформления разворонок (6, рисунок 2.1), находящихся на 1-ом слое железобетонной платформы (17, рисунок 3.2.1). Сопряжения ниши (5, рисунок 2.1) и дучки (6, рисунок 2.1) закрепляются согласно паспорту крепления, сечения их также соответствуют утвержденному паспорту. Доставка руды из каждой заходки (6) производится скреперованием до рудоспуска (24, рисунок 3.2.1 и 3.2.2 а также 14, рисунок 3.2.3) расположенного в разрезном штреке (3, рисунок 3.2.1-3.2.2) каждого слоя по левому и правому флангу блока.

После завершения горных работ по созданию искусственного днища блока на горизонте выпускных выработок усиленных искусственными многоопорными железобетонными платформами (рисунок 3.2 А, Б и В), до проведения выпускных выработок (1,5,6 и 7, рисунок 2.1), образованных в проемах между опорами железобетонной платформы, сверху на уровне кровли 1-го слоя от правого к левому флангу блока между вентиляционно-закладочными ортами (14, рисунок 3.2.1) проводится подсечной штрек (25, рисунки 3.2.4 и 3.2.5) сечением 3х3 м.

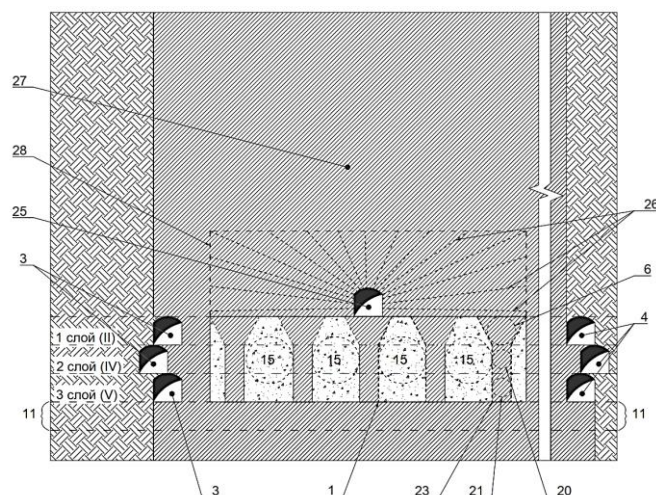


2 - штрек скреперования; 6 - воронка; 11 - погрузочно-транспортный орт; 14 – вентиляционно-закладочный орт; 20 - дучка; 21 - ниша; 23 – нетронутый рудный массив контуры выпускных выработок: штрек скреперования, ниша, дучка и воронки; 25 - подсечной штрек; 26 - веера скважин для взрывания подсечного объема рудного тела; 27 - рудное тело; 28 - контур подсечного объема взрывааемых скважин

Рисунок 3.2.4– Продольный разрез I-I

Далее, от него согласно паспорту производится бурение веерных взрывных скважин (26, рисунки 3.2.4 и 3.2.5) на высоту до 10-12 м и расстоянием между веерами на 2,3-2,5 м по рудному телу (27, рисунки 3.2.4 и 3.2.5) для создания подсечного объема массива руд (28, рисунки 3.2.4 и 3.2.5) в очистных камерах блока. И после всех взрывов по контуру подсечного объема массива руд в блоке оформляются щадящим способом взрывания вышеуказанные выпускные выработки (2, 21, 20 и 6 рисунок 3.2.4).

Исходя, из выполненных вышеуказанных подготовительно-нарезных работ создается искусственное днище блока с устойчивоопорной железобетонной платформой (рисунок 3.2 А, Б и В), обеспечивающее безопасное и устойчивое развитие добычи руд в сложных горнотехнических условиях на глубоких горизонтах шахт.



1 - вертикальная искусственная бетонная опора междуштрекового целика; 3 - разрезной штрек; 4 - вентиляционно-закладочный штрек; 6 - воронка; 11 - погрузочно-транспортный орт; 15 - бетонно-закладочная смесь (материал); 20 - дучка; 21 - ниша; 23 – нетронутый рудный массив контуры выпускных выработок: штрек скреперования, ниша, дучка и воронки; 25 - подсечной штрек; 26 - веера скважин для взрывания подсечного объема рудного тела; 27 - рудное тело; 28 - контур подсечного объема взрываваемых скважин

Рисунок 3.2.5– Поперечный разрез II - II

В результате создания искусственного днища блока (рисунок 3.2 А, Б и В) и взорванного по контуру подсечного объема массива руд (28, рисунок 3.2.4 – 3.2.5) окончанием ведения горных работ является процесс по планомерному выпуску самообрушенной рудной массы (8, рисунок 2.1) из блоков по технологии с самообрушением руды (рисунок 2.1).

3.3 Методология по обоснованию расчета прочности искусственных днищ (ИД) с многоопорной железобетонной платформой

Методология разработки и обоснование параметров комбинированной геотехнологии для безопасного устойчивого развития добычи хромитов на глубоких горизонтах должна отвечать следующим условиям:

- безопасность по предлагаемой комбинированной геотехнологии, обеспечивающая безопасные технологические параметры относительно горного давления и напряженно-деформированного состояния;
- технологичность – обоснование параметров комбинированной геотехнологии при глубинной разработке в связи с горным давлением и напряженно-деформированным состоянием закладочного массива выпускного горизонта с учетом применяемого технологического оборудования;
- экономичность – рентабельная разработка и прибыльность комбинированной геотехнологии при отработке запасов в условиях перехода горных работ на глубокие горизонты.

Обоснование безопасности предлагаемой комбинированной геотехнологии является расчетная оценка прочности искусственных днищ с многоопорной железобетонной платформой и производится по следующим геотехническим параметрам:

- определение несущей способности ИД;
- определение нагрузки на ИД;
- расчет запаса прочности ИД.

Предлагаемая технология самообрушения руды созданием ИД блока с многоопорной железобетонной платформой представляет собой конструкцию (рисунок 3.5 А и Б), состоящую из вертикальных железобетонных удлиненных столбов-опор как в форме между скреперным штреком расположенным в целике 1 (далее межштрековый целик) между штреками скреперования 2 (ШС), высотой до 8 м с параметрами в плане шириной 5 м и над верхней их частью вдоль и поперек ШС сеточное, соединяющий горизонтальные железобетонные балки 5 (рисунок 3.5 А, Б) толщиной до 5 м, соответственно длиной 6 м и 12 м (относительно от оси ШС).

Также, элементом предлагаемой конструкции ИД блока является - горизонтальный железобетонный надштрековый целик 8 (рисунок 3.5 Б), проходящий прямо над кровлей и по всей длине ШС (вместо надштрекового целика), который соединяется с межпоперечными горизонтальными железобетонными балками 5 (рисунок 3.5 А, Б) связанных с верхней частью между вертикальными прямоугольными удлиненными железобетонными столбами-опорами 1 (рисунок 3.5 А, Б).

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что для расчета прочности данной конструкции ИД нами приняты следующие схемы расчета:

- вертикальных железобетонных опор в виде квадратной формы, расположенных в целике между штреком скреперования и используемых в соответствии расчета междукammerного целика (МКЦ) при камерно-столбовой системы разработки;
- горизонтальной железобетонной балки 5 (рисунок 3.5 А,Б) соединяющей с верхней частью вертикальных квадратных железобетонных столбов-опор расположенный в целике между штреком скреперования вдоль и поперек над штреком скреперования;
- вертикальных прямоугольных железобетонных опор расположенных в целике между штреком скреперования (вместо вертикальных квадратных железобетонных столбов-опор, в виде прямоугольного удлиненного железобетонного барьерного целика) используемых как в расчете барьерного целика (БЦ), при камерно-столбовой системе разработки, которые соединяют верхнюю их часть с горизонтальными железобетонными плитами (балками) поперек штрека скреперования. Высота прямоугольных удлиненных железобетонных опор, как барьерного целика равна высоте вертикальной квадратной железобетонной столбам- опор;
- горизонтального железобетонного надштрекового целика,

находящегося прямо над кровлей и по всей длине ШС, соединяющего верхнюю часть между поперечной горизонтальной железобетонной балкой, связанного между вертикальными железобетонными квадратными столбами-опорами возведенными в межштрековых целиках или между вертикальными прямоугольными железобетонными барьерными опорами.

3.4 Расчета прочности предлагаемой ИД

Технология самообрушения руды созданием ИД блока с многоопорной железобетонной платформой представляет собой конструкцию, состоящую из вертикальных железобетонных удлиненных столбов-опор как в форме между скреперным штреком расположенным в целике между штреками скреперования, высотой до 8 м с параметрами в плане шириной 5 м и над верхней их частью вдоль и поперек ШС сеточное, соединяющий горизонтальные железобетонные балки толщиной до 5 м, соответственно длиной 6 м и 12 м (относительно от оси ШС).

Элементом предлагаемой конструкции ИД блока является горизонтальный железобетонный надштрековый целик, проходящий прямо над кровлей и по всей длине ШС (вместо рудного надштрекового целика), который соединяется с межпоперечными горизонтальными железобетонными балками связанными с верхней частью между вертикальными прямоугольными удлиненными железобетонными столбами-опорами.

Исходя из вышеизложенного можно утверждать, что для расчета прочности данной конструкции ИД нами приняты следующие схемы расчета:

- вертикальных железобетонных опор в виде квадратной формы, расположенных в целике между штреком скреперования и используемых в соответствии расчета междукammerного целика (МКЦ) при камерно-столбовой системе разработки;
- горизонтальной железобетонной балки соединяющей с верхней частью вертикальных квадратных железобетонных столбов-опор расположенный в целике между штреком скреперования вдоль и поперек над штреком скреперования;
- вертикальных прямоугольных железобетонных опор расположенных в целике между штреком скреперования (вместо вертикальных квадратных железобетонных столбов-опор, в виде прямоугольного удлиненного железобетонного барьерного целика) используемых как в расчете барьерного целика (БЦ), при камерно-столбовой системе разработки, которые соединяют верхнюю их часть с горизонтальными железобетонными плитами (балками) поперек штрека скреперования. Высота прямоугольных удлиненных железобетонных опор, как барьерного целика равна высоте вертикальной квадратной железобетонной столб- опоры;
- горизонтального железобетонного надштрекового целика, прямо над кровлей и по всей длине ШС, соединяющего верхнюю часть между

поперечной горизонтальной железобетонной балкой, связанного между вертикальными железобетонными квадратными столбами-опоры возведенными в межштрековых целиках или между вертикальными прямоугольными железобетонными барьерными опорами.

Расчет оценки прочности искусственного днища (ИД) с многоопорной удлиненной прямоугольной железобетонной платформенной опорой показывает, что на основании использования результатов теоретических положений механики твердого тела, строительной механики, механики горных пород и практики применения системы разработки с самообрушением руды и технологии применения бетона в горном производстве с обобщением фактического состояния горных работ на месторождении хромитов нами представлена методика расчета оценки прочности предлагаемого искусственного днища (ИД) с созданием многоопорной железобетонной платформы и с вариантом прямоугольной удлиненной железобетонной платформенной опоры.

Расчет прочности ИД включает [32]:

- определение его несущей способности;
- определение нагрузки на железобетонные столбы-опоры, горизонтальную железобетонную балку и горизонтальный надштрековый железобетонный целик;
- расчет коэффициента запаса прочности $k_{з.п.}$

Исходя из расчета прочности конструкции основываются оптимальные параметры несущих элементов конструкции предлагаемой ИД для основания блока технологией с самообрушением руды, которыми являются:

- вертикальные квадратные железобетонные столбы-опоры, вертикальные прямоугольные удлиненные железобетонные опоры (с расчетными параметрами – высота опор от 6 до 8 м);
- вертикальные прямоугольные удлиненные железобетонные барьерные опоры проведенные в межштрековом целике (с расчетными параметрами – 5 м);
- горизонтальные железобетонные балки, расположенные в длину и поперек от выработок штрека скреперования (с параметрами толщины балки – 5 м) с сеточным соединением верхней части вертикальных прямоугольных удлиненных железобетонных опор проведенных в межштрековом целике;
- горизонтальные надштрековые железобетонные балки в виде призматического целика расположенные над кровлей и по всей длине штрека скреперования соединяющие верхнюю часть междуперечной горизонтальной железобетонной балки и также с верхней частью между вертикальными прямоугольными удлиненными железобетонными столбами опорами, расположенными в межштрековом целике.

Расчет элемента ИД по несущей способности вертикального железобетонного столба-опоры прямоугольной формы производится аналогично методике расчета междуканального барьерного целика при камерно-столбовой системе разработки (т.е. в нашем случае соответствует

вертикальному искусственному барьерному целику) и несущая способность вертикального прямоугольного железобетонного столба-опоры.

Несущая способность вертикального прямоугольного железобетонного столба-опоры с высотой $h_{оп} = 7 \div 9$ м определяется по формуле (3.1):

$$N_c = \sigma_{сж.б} \cdot F_i \cdot K_\phi \cdot K_\Gamma \cdot K_\alpha \quad (3.1)$$

где N_c - несущая способность вертикального прямоугольного железобетонного столба-опоры, т;

$\sigma_{сж.б}$ - прочность бетона на сжатие, т/м²;

F - площадь поперечного сечения вертикального прямоугольного удлиненного железобетонного столба-опоры, м²;

K_Γ - коэффициент, учитывающий совместное влияние горно-геологических и технологических факторов на несущую способность вертикального железобетонного столба-опоры.

K_α - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона залежи.

K_ϕ - коэффициент формы, учитывающий влияние геометрических размеров целика на его несущую способность (2):

$$K_\phi = \sqrt{\frac{a}{h}}, \quad (3.2)$$

где a - ширина вертикальной железобетонной столб-опоры, м;

h - высота вертикальной железобетонной столб-опоры, м.

Конструктивные элементы ИД применительно в нашем случае соответствуют искусственному квадратному МКЦ и характеризуются запасом прочности как в МКЦ, по формуле (3.3):

$$n = \frac{N_c}{Q} \quad (3.3)$$

где Q - нагрузка на вертикальную железобетонную столб-опору, тн.

Для выработок расположенных в зоне влияния очистных работ аналитическим расчетом установлены все составляющие коэффициента запаса прочности $k_{з.пр}$, и выражены в следующем виде (3.4):

$$k_{з.пр} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots k_i, \quad (3.4)$$

где: k_1 - коэффициент сложности горно-геологического строения, $k_1 = 1,05$;

k_2 - коэффициент высокой горно-геологической структурной нарушенности, $k_2 = 1,16$;

k_3 - коэффициент отклонения в точности определения параметров опорного давления для выработок, расположенных в зоне влияния очистных работ, $k_3 = 1,075$;

k_4 - коэффициент отклонения точности расчета веса налегающей толщи пород, $k_4 = 1,035$;

k_5 - коэффициент отклонения точности расчетной глубины заложения горной выработки, $k_5 = 1,03$.

$$k_{з.нр} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_5 = 1,05 \cdot 1,075 \cdot 1,035 \cdot 1,03 = 1,4$$

Здесь необходимо отметить, что предлагаемые вертикальные и горизонтальные конструктивные элементы искусственных днищ также располагаются вокруг зоны влияния очистных выработок - штрека скреперования, т.е. в межштрековых и надштрековых целиках. Исходя из расчетного коэффициента запаса прочности по результатам исследований [12] соблюдается $k_{з.нр} \geq 1,4$.

В соответствии с вышеизложенным, расчет прочности вертикального квадратного железобетонного столба-опоры, расположенного в междуштрековом целике штрека скреперования для предлагаемой конструкции искусственных многоопорных платформенных днищ при подземной добыче с технологией самообрушением руд состоит из следующих параметров.

А. Горно-геологические условия и геометрические параметры:

1. Параметры вертикального квадратного железобетонного столба-опоры – шириной и длиной по 2,8 м;
2. Высота вертикального квадратного железобетонного столба-опоры – от 5 до 8 м;
3. Расстояние по оси между штреками скреперования (ШС) в панели равна 12 м;
4. Расстояние по оси между выработками ниш вдоль штрека скреперования - 6 м;
5. Толщина или поперечная высота горизонтальных железобетонных балок $\approx 5,0$ м;
6. Ширина горизонтальных железобетонных балок – 2,8 м;
7. Длина горизонтальных железобетонных балок вдоль и поперек штрека скреперования: соответственно – 3,2 м и 9,2 м;
8. Длина горизонтальных надштрековых железобетонных балок, расположенных прямо над кровлей штрека скреперования – 3,2 м, толщиной от кровли ШС до верхнего контура горизонтальных железобетонных плит;
9. Мощность пород налегающей толщи $H = 880$ м.
10. Ширина панели ленты $L = 30$ м;
11. Угол наклона залежи до $10-15^\circ$;
12. Объемный вес пород налегающей толщи $\gamma = 2,5$ т/м³;
13. Высота свода обрушения пород камеры высотой 80 м, $h_{св.о} \approx 200$ м;
14. Прочность пород рудного песчаника $\delta_{сж} = 20000$ т/м² (200 МПа) [16]:
15. Прочность бетона на сжатие – $\sigma_{сж.б.} = 15,0 \div 30,0$ МПа (150 ÷ 300 кг/см² или 1500 ÷ 3000 т/м²). По проекту предлагаемая платформа возводится из армированной железобетонной конструкции, поэтому для расчетного

показателя прочности железобетона нами принимается прочность бетона на сжатие равным $\sigma_{сж.ж/б.} = 150$ МПа или ($\sigma_{сж.ж/б.} = 15000$ т/м²).

Б. Определение нагрузки на вертикальную удлиненную прямоугольную железобетонную столб-опору.

1. Несущая способность вертикального железобетонного столба-опоры:

$$N_c = \delta_{сж.п} \cdot F_l' \cdot k_\phi \cdot k_\Gamma \cdot k_\alpha = 700 \times 18,6 \cdot \sqrt{\frac{2,8}{6,0}} \cdot 0,75 \cdot 1 = 88200 \text{ т.}$$

2. Нагрузка на вертикальную железобетонную столб-опору:

$$Q = K_n \cdot \{(\gamma_p \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot h_k) + (\gamma_n \cdot L_1 \cdot L_2 \cdot H)\} = 1\{(3,6 \cdot 12 \cdot 6 \cdot 80) + (2,6 \cdot 12 \cdot 6 \cdot 200)\} = 20736 + 37440 = 58176 \text{ т.}$$

3. Коэффициент запаса прочности вертикального железобетонного столба-опоры:

$$n_p = N_c / Q = 88200 : 58176 = 1,51.$$

В. Определение нагрузки на горизонтальные балки расположенные вдоль надштрекового целика и относительно от ШС с соединением поперечно-горизонтальной сеточной схемой с верхней частью вертикальной железобетонной столб-опоры.

1. Несущая способность горизонтальных железобетонных балок поперечно соединяющихся над штреками скреперования между отрезками выработками ниш с верхней части вертикальных железобетонных столбов-опор воздвигнутом в межштрековом целике:

$$N_{лмкц} = 20000 \cdot 15 \cdot \sqrt{\frac{5,0}{10}} \cdot 0,75 = 159750 \text{ т.}$$

2. Нагрузка на МКЦ (ленточного): $Q = 80 \cdot 500 \cdot 2,5 = 100000 \text{ т.}$

3. Коэффициент запаса прочности МКЦ (ленточного):

$$n_{лмкц} = \frac{159750}{100000} = 1,6$$

Согласно выполненным расчетам прочности вертикального квадратного железобетонного столба-опоры высотой $h_{он} = 7 \div 9$ м для предлагаемой многоопорной железобетонной конструкции днища коэффициент запаса прочности элемента вертикального квадратного железобетонного столба-опоры равным $n = 1,51$ соответствует к их запасу прочности (при $n \geq 1,4$).

3.5 Предлагаемая комбинированная геотехнология системой разработки нисходящей слоевой закладкой под искусственным перекрытием и в комбинации системой самообрушением руды и доставкой с применением самоходного оборудования в условиях искусственного днища блока

Сущность предлагаемого варианта комбинированной геотехнологии заключается, также как отмечено в разделах 3.3 данного технологического регламента, в разделенном для обрабатываемых залежей в пределах этажа и в

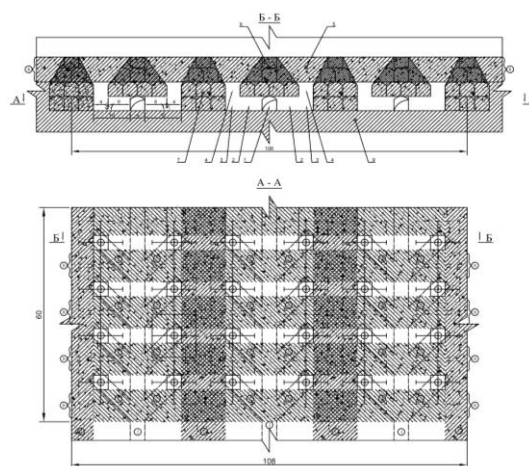
шахматном порядке производится ведение фронта горных работ с применением комбинированной подземной геотехнологии – системами с нисходящей слоевой закладкой выработанного пространства под искусственным перекрытием и технологией с самообрушением и доставкой руды с применением самоходного оборудования в условиях возведенного искусственного днища блока, обеспечивающего высокую производительность блока комбинированной геотехнологии по технологической схеме с вариантом ИД блока при системе самообрушением руды с применением самоходного оборудования в процессе доставки выпущенной рудной массы до рудоспуска в условиях глубоких и сильно-трещиноватых рудных залежей с неустойчивыми рудными массивами.

По предлагаемому варианту технологической схемы в днище блока возводится искусственное днище (ИД) блока с устойчиво опорной железобетонной платформой для выпуска и доставки рудной массы с применением высокопроизводительного самоходного оборудования при системе с самообрушением руды. При этом, в условиях повышенного горного давления, нами, при комбинации системы с самообрушением руды предложен новый способ возведения искусственного днища блока с многоопорной железобетонной платформой, согласно процессов технологической схемы геотехнологии по системе разработки с нисходящей слоевой закладкой выработанного пространства, направленного на решение проблем эффективной разработки глубоких горизонтов Донского хромитового месторождения с использованием высокопроизводительного самоходного оборудования.

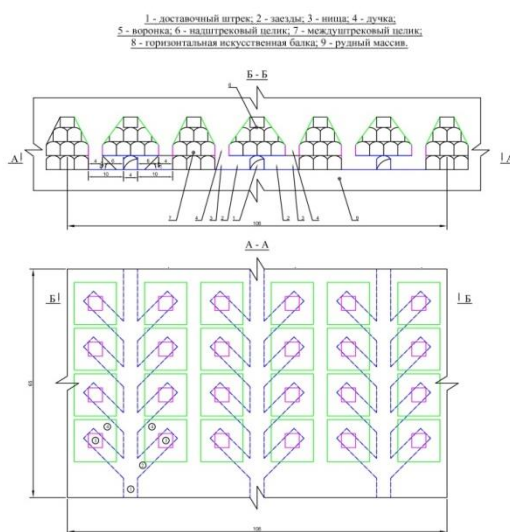
Данная предлагаемая технологическая схема по ИД включает в себя такие конструктивные элементы, как доставочные орты (1, рисунок 3.5) сечением на 4х4 м и погрузочные заезды (2, рисунок 3.5) также сечением 4х4 м, длиной учитывающие параметры ПДМ - по длине и плюс размеры навала рудной массы под естественным откосом на 45 ° для погрузки и доставки рудной массы из блоков самоходным доставочным оборудованием (3 - ПДМ, рисунок 3.5). При этом, погрузочные заезды (2, рисунок 3.5) оформляются из доставочного орта по классической ёлочной-параллельной схеме, пройденной из одного места сопряжения.

Согласно технологической схеме доставочный орт (1, рисунок 3.5) по данной ИД блока располагается под конструктивным элементом – искусственным надштрековым целиком (4, рисунок 3.5) и между искусственным междудоставочным целиком (5, рисунок 3.5) имеющего форму вертикально-удлиненной железобетонной искусственной полосы-опоры (6, рисунок 3.5).

а)



б)



1 - доставочный орт; 2 - заезд; 3 - инна; 4 - дучка;
5 - воронка; 6 - водитрековый лент; 7 - междуптрековый лент;
8 - горизонтальная искусственная балка; 9 - рудной массы.

Рисунок 3.5 – Технологическая схема искусственного днища блока для выпуска руды с классической прямоугольной воронкой и доставка рудной массы самоходным оборудованием (ПДМ) из погрузочного заезда по классической ёлочно-параллельной схеме

По данной предлагаемой технологической схеме ИД блока выпускаемая самообрушенная рудная масса под собственным весом поступает через искусственные воронки (7, рисунок 3.5) имеющих квадратную форму и по контуру верхней границы между воронками, с размерами шириной равным трем метрам проводится бетонная полоса-балка (7, рисунок 3.5) и через дучку (8, рисунок 3.5.1) сечением на 4х4 м и высотой – 4 м. Далее от него самообрушенная руда, поступающая в погрузочный заезд (2, рисунок 3.5) образует навал руды, под углом 45 ° под естественным откосом для заполнения ковша ПДМ (3, рисунок 3.5) и отгружается из заезда (2, рисунок 3.5), далее доставляется по доставочному орту (1, рисунок 3.1.1) до блокового рудоспуска (9, рисунок 3.5).

Сущность предлагаемого второго варианта технологической схемы с

ИД блока с применением самоходного оборудования заключается также в том, что в днище блока возводится искусственное днище блока с устойчиво опорной железобетонной платформой для выпуска и доставки рудной массы с применением высокопроизводительного самоходного оборудования при системе с самообрушением руды (рисунок 3.5) и отличается в оформлении погрузочных заездов, где из доставочного орта она оформляется по ёлочно-ступенчатой схеме (2, рисунок 3.5.1), не имеющее место большего сопряжения в устье с доставочным ортом обеспечиваемого малыми затратами на крепления в условиях большого сопряжения при использовании ПДМ, и кроме этого, прямоугольные воронки и дучки с такими же параметрами переместятся для соединения с погрузочными заездами согласно ёлочно-ступенчатой схеме.

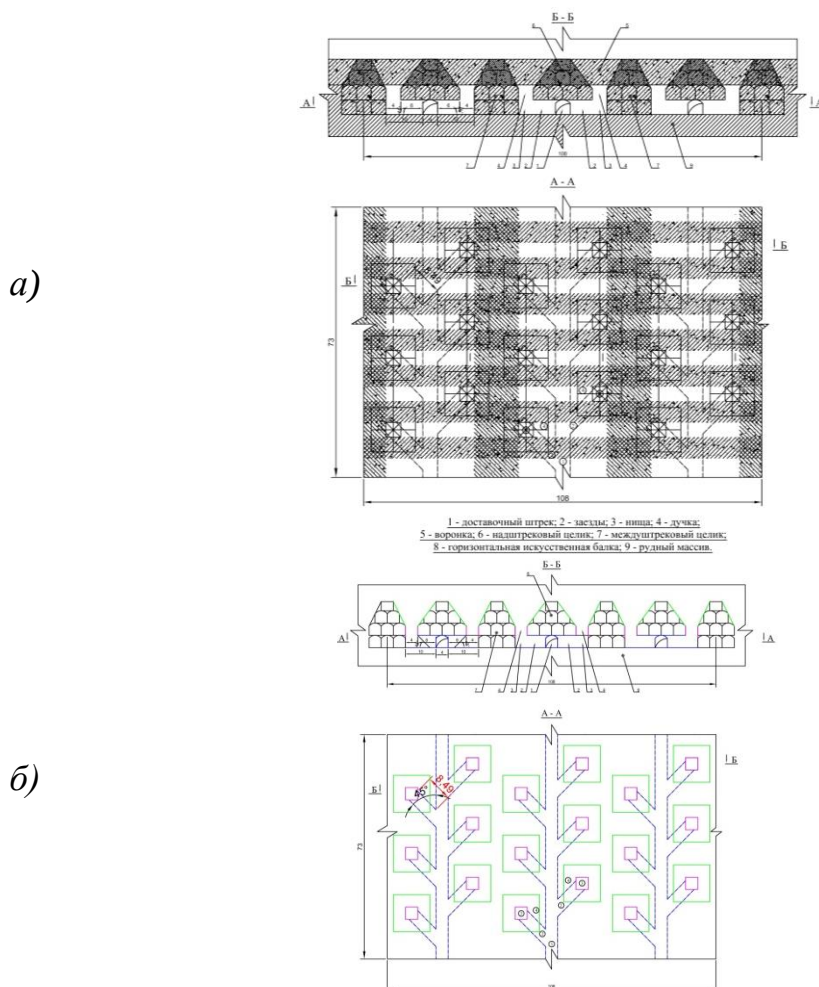


Рисунок 3.5.1 – Технологическая схема искусственного днища блока для выпуска руды с классической прямоугольной воронкой и доставка рудной массы ПДМ из погрузочного заезда по ёлочно-ступенчатой схеме

Сущность третьего предлагаемого варианта технологической схемы с ИД блока с применением самоходного оборудования заключается также, что в днище блока возводится искусственное днище блока с устойчивоопорной

железобетонной платформой для выпуска и доставки рудной массы с применением высокопроизводительного самоходного оборудования при системе с самообрушением руды (рисунок 3.5). В данном предлагаемом варианте отличием является конструктивная часть по оформлению воронки в ромбической форме. Далее от него, конструктивные элементы дучки и погрузочные заезды для выпуска руды и доставки горной массы соединяются с доставочной выработкой (ортом) и подготовка блока производится так же по классической ёлочно-параллельной схеме и пройдены из одного места имеющего большее сопряжение в устье орта, где требуются большие затраты на их поддержание при использовании ПДМ.

Сущность четвертого предлагаемого варианта технологической схемы с ИД блока с применением самоходного оборудования заключается также, как и по предлагаемому третьему варианту ИД блока с устойчиво-опорной железобетонной платформой для выпуска и доставки рудной массы с применением высокопроизводительного самоходного оборудования при системе с самообрушением руды с оформлением воронки ромбической формы (рисунок 3.5.2, левая).

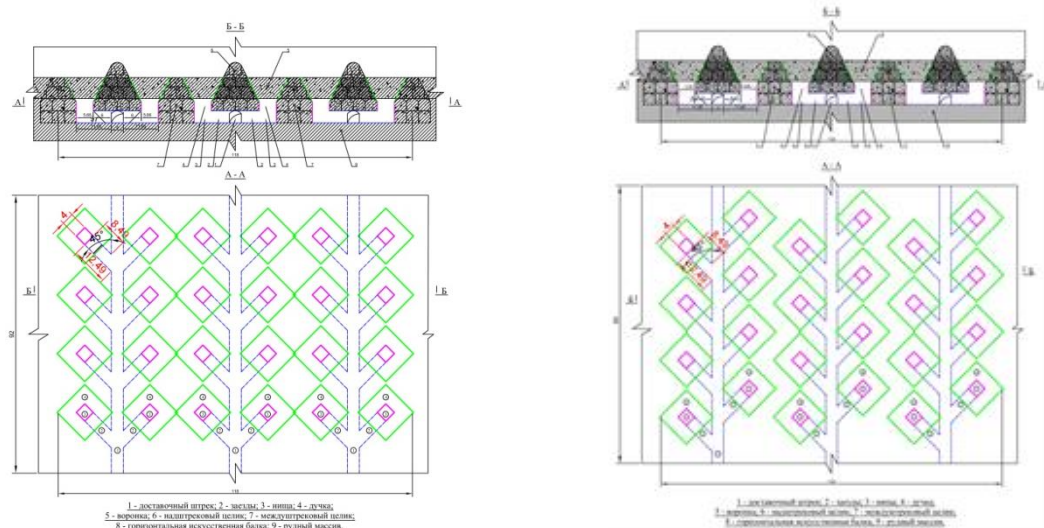


Рисунок 3.5.2 – Технологическая схема искусственного днища блока для выпуска руды из воронки ромбовидной формы и доставки рудной массы ПДМ из погрузочного заезда по классической ёлочно-параллельной схеме (левая рисунок) и по ёлочно-ступенчатой схеме (правая рисунок)

Однако, в данном четвертом предлагаемом варианте отличается технологическая схема расположения погрузочных заездов относительно доставочных ортов, где они оформляются по ёлочно-ступенчатой схеме (рисунок 3.5.2, правая), также как в предлагаемом варианте ИД (рисунок 3.5). В данном варианте ИД по технологической схеме не будет площадей большего сопряжения в устье с доставочным ортом, обеспечивающего малые затраты на крепление при использовании ПДМ, а также ромбовидные воронки и дучки с такими же параметрами переместятся для соединения с

погрузочными заездами согласно технологической.

3.6 Расчет технико - экономической эффективности предлагаемого способа комбинированной подземной системы разработки

Методика расчета при выборе вариантов систем разработки качестве критериев оптимизации, кроме приведенных затрат, должна учитывать экономический ущерб от потерь и разубоживания и ряд других экономических факторов.

Анализ отработки предыдущих очистных блоков позволяет выявить ряд особенностей, влияющих на выбор системы, основным из которых является:

- незначительное обнажение массивов (до 10-12 м²), который приводит к обрушению и самообрушению руды и породы;
- легковзрываемость рудного и породного массивов;
- наличие большого количества трещин в массивах с различной мощностью от 0,1 мм до 2-3 см и интенсивностью за счет концентрации горного давления;
- процесс самообрушения руды интенсифицирующийся при обнажениях 400-600 м².

Предварительное технико-экономическое сравнение в данных условиях проводилось для трех вариантов при идентичных условиях:

Вариант 1. Нисходящей горизонтальной слоевой закладкой выработанного пространства под искусственным перекрытием при котором - 100% очистные горные работы ведутся по этой системе разработки.

Вариант 2. Технология с самообрушением руды, при котором до 100% отработка запасов производится по данной системе.

Вариант 3. Комбинированная подземная геотехнология при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах системой разработки с закладочными работами, имеющую стандартную форму блока с объемом со 100% заполнением твердеющей закладки и на этаже в соседнем блоке с 100% ведением очистных работ в комбинации с технологией с самообрушением руды.

Вариант 4. Комбинированная подземная геотехнология отработки запасов в глубоких рудных залежах системой разработки с закладкой, имеющую форму блока в виде трапеции, с углом наклона боковых стенок блока = 80-85° от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса при уменьшении объемов твердеющей смеси и горных работ до 40%, и на этаже в соседнем блоке в комбинации с технологией с самообрушением руды с использованием самоходного обрودования в условиях ИД при неизменном объеме очистных работ увеличивается выпуск объема самообрушенного рудного массива до 30%.

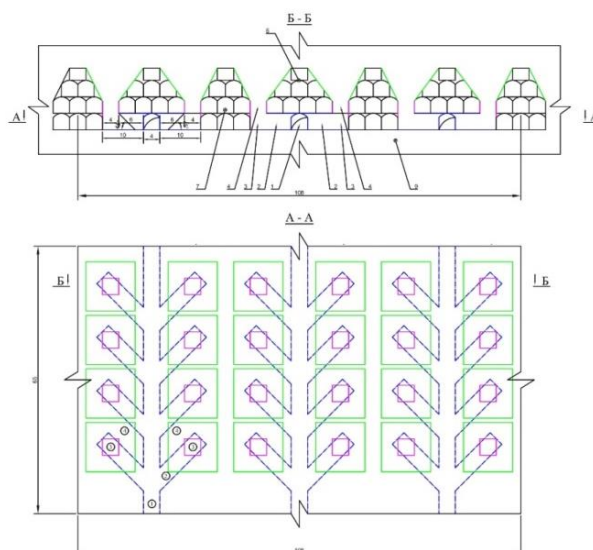


Рисунок 3.6 – Технологическая схема искусственного днища блока для выпуска руды с классической прямоугольной воронкой и доставки рудной массы ПДМ из погрузочного заезда по классической ёлочно-параллельной схеме

Для выбора наиболее эффективной подземной геотехнологии добычи хромитовых руд обоснована методика конкурирующих систем разработки на основе которых осуществляется выбор наиболее эффективной из них.

По сравнительному технико-экономическому анализу методика выбора предусматривает оценку себестоимости очистных работ при различных вариантах систем разработки, где расчетами определяются затраты на подготовку и размещение в очистном пространстве твердеющей смеси, а также затраты на ведение технологии с самообрушением руды на горнопроходческих работах (1).

$$C_{\text{комб.}} = C_{\text{тв.закл.}} + C_{\text{сop}} \rightarrow \min \quad (1)$$

Методика должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- учитывать показатели, влияющие на результат оценки эффективности и отражающие все положительные и отрицательные стороны конкурирующих систем разработки;
- включать в себя показатели законченного технологического цикла;
- содержать показатели, которые могут быть легко определены в условиях данного предприятия и не базироваться на предположениях и допущениях;
- исходить из необходимости совпадения интересов народного хозяйства и горнорудных предприятий;
- быть предельно простой как по форме, так и по содержанию;
- обеспечивать сопоставимые условия для конкурирующих систем

разработки.

Для наших условий конечной целью является максимальное извлечение ценности на 1 т балансовой руды месторождения в единицу времени с учетом издержек производства и в сочетании с принципом безопасной и рентабельной эксплуатации месторождения «Алмаз-Жемчужина».

Сотрудниками ИГД им. Д.А. Кунаева предлагается вариант 4. Комбинированная подземная геотехнология при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах системой разработки с закладочными работами, имеющую форму блока в виде трапеции, с углом наклона стенок боковых границ блока 80-85° от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса при уменьшении твердеющей смеси до 40% от объема закладочных работ и на этаже в комбинации с технологией самообрушением руды при неизменном объеме очистных работ увеличивает выпуск объема самообрушенного рудного массива до 30%.

Учитывая опыт горно-геологических и геомеханических условий принимается система разработки с самообрушением и доставкой руды самоходным оборудованием в условиях искусственного днища блока, где оформляются доставочные выработки, заходки, дучки и выпускные воронки. Далее, подсечка блока производится взрыванием веером скважин, пробуренных с буровых камер, расположенных над уровнем выпускного горизонта (представляющая конструктивные элементы из искусственных выпускных выработок) на высоту 10-20 м.

В экономическом сравнении систем разработки фигурируют материально-трудовые затраты C (тг/т), потери руды Π (%), разубоживание R (%), удельные капиталовложения k (тенге на 1т/год).

Сравнение осуществляется по минимальной сумме сравнительных убытков. Критерий сравнения в этом случае определяется из выражения (3.5):

$$C + Y_{\text{пр}} \rightarrow \min \quad (3.5)$$

где $Y_{\text{пр}} = Y_{\text{п}} + Y_{\text{р}}$ - экономический ущерб от потерь и разубоживания, определяется из формул (3.6 и 3.7):

$$Y_{\text{п}} = [C \cdot \gamma - (C_{\text{доб}} + C_{\text{т}} + C_{\text{п}})] \cdot \frac{1 - \Pi}{1 - R} \cdot \Pi \quad (3.6)$$

$$Y_{\text{р}} = \left(C_{\text{доб}} + C_{\text{т}} + C_{\text{пер.п.п}} + C \cdot \frac{\alpha_{\text{хв.п.п}}}{\beta_{\text{к}}} \right) \cdot \frac{1 - \Pi}{1 - R} \cdot R \quad (3.7)$$

где $C_{\text{пер.п.п}}$ - затраты на переработку пустых пород, тг/т;

$\alpha_{\text{хв.п.п}}$ - содержание металла в хвостах обогащения, полученных в пустых породах или в металлургических шлаках.

Ввиду незначительной разницы в показателях извлечения из недр потерь и разубоживания между рассматриваемыми системами необходимо рассмотреть экономичность систем с точки зрения объемов подготовительно-

нарезных работ.

Для конкретных участков шахтного поля подсчетами выявляются технико-экономические преимущества (в условиях проектируемого участка шахтного поля) принятого варианта системы разработки, это снижение удельного объема подготовительных и нарезных работ, повышение производительности труда, снижение трудоемкости работ, снижение расходных материалов.

Предлагаемый нами способ подготовки блока с применением самоходного оборудования позволяет снизить удельный объем горно-подготовительных работ при выпуске рудной массы с технологией с самообрушением руды и повышение производительности доставки руды более 1,5 раза по сравнению со скреперной установкой.

Учитывая, что основной объем работ по предлагаемой комбинированной геотехнологии при подготовке блока отличается и расчет коэффициента подготовительно-нарезных работ по блоку определяется (5) и (таблицы 3.6 и 3.6.1):

$$K_{нпр} = \frac{\sum V}{B_{бл}} \text{ м/1000т,} \quad (3.8)$$

где $\sum V$ – суммарные длины и объемы выработок в блоке соответственно м(м³); $B_{бл}$ - балансовые запасы руды в блоке, т.

Параметры блока: ширина = 36м, длина = 60 м и высота = 70 метров.

Определяем условный запас блока: $B_{бл} = 36 \times 60 \times 80 = 151200 \text{ м}^3 \times 3,86 = 583632 \text{ тонн}$.

Далее определяем параметры панели блока: ширина=108м, длина=60м и высота = 70 метров. Панельные запасы: $P_{зп} = 108 \times 60 \times 70 = 453600 \text{ м}^3 \times 3,86 = 1750896 \text{ тонн}$.

Таблица 3.6 - Объем подготовительных работ в блоке по варианту 4. предлагаемой ИГД им. Д.А.Кунаева

Выработки	число выработо к	Общая длина выработок, м			сечение выработки , м ²	Объем выработок, м ³		
		по руде	по пород е	итог о		по руде	по пород е	итого
подготовительные выработки								
Погрузочно- доставочный штрек	3	50,1	0	150,4	14,8	2226, 7	0	2226, 7
Буропогрузочны й заезд	24	13,8	0	331,2	14,8	4901, 7	0	4901, 7
		63,9	0	481,6		7128, 4	0	7128, 4

В денежном эквиваленте, рассчитывая разницу добычи руды по двум предлагаемым вариантам – 3 и 4 по себестоимости добыча руды и технико-экономические показатели представлены в таблице 3.6.1:

Проведенный расчет технико-экономических показателей сравниваемых вариантов, с результатами предлагаемого варианта показал следующие результаты: по сравнению с 3 вариантом экономия средств составляет 1631223 тенге.

Технико-экономический анализ сравниваемых вариантов по предложенной нами подземной геотехнологии при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах системой разработки с закладочными работами, имеющую форму блока в виде трапеции, с углом наклона стенок боковых границ блока 80-85⁰ от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса при уменьшении твердеющей смеси до 40% от объема закладки и на этаже в соседнем блоке объемы при сохранении объема подготовительно нарезных работ объем выпускаемого самообрушенного рудного массива увеличивается до 30% в комбинации системы технологии с самообрушением руды с применением самоходного оборудования в условиях возведенного искусственного днища блока.

Таким образом, по выбранному нами варианту дает целесообразность повышения экономической эффективности очистных работ при отработке запасов в глубоких залежах системой разработки с закладочными работами, имеющую форму блока в виде трапеции, с углом наклона стенок боковых границ блока 80-85⁰ от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса при уменьшении твердеющей смеси до 40% от объема закладки и на этаже в соседнем блоке, т.к. объем выпуска самообрушенного рудного массива увеличивается на 30% в комбинации с технологией с самообрушением руды.

Таблица 3.6.1- Себестоимость добычи руды и технико-экономические показатели по вариантам 3 и 4:

Это дает возможность снижения себестоимости добычных и горно-проходческих работ без ухудшения товарной ценности добычи в комбинации с технологией с самообрушением руды. При этом, уровень экономической эффективности варианта 4, предложенный ИГД им Д.А. Кунаева составляет 25,4 % по сравнению с вариантом 3 равным 22%, что показывает рентабельность предлагаемого нами варианта с применением самоходного оборудования на 11,5% эффективнее, что равна сумме 1 млн. 631 тыс. 223 тенге.

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Вариант 3	Вариант 4
			Комбинированная подземная технология при отработке запасов в глубоких залежах системы разработки с нисходящей горизонтальной слоевой закладкой, имеющей форму блока в виде трапеции с углом наклона блока 80-85° и в комбинации системой с самообрушением руды и доставкой руды скреперной установкой	Комбинированная подземная технология при отработке запасов в глубоких залежах системы разработки с нисходящей горизонтальной слоевой закладкой, имеющей форму блока в виде трапеции с углом наклона блока 80-85° и в комбинации системой с самообрушением руды и применением ПДМ.
1	Объем добычи руды (условный годовой объем)	тон	10000	10000
2	Потери	%	15,5	13
3	Разубоживание	%	16	17
4	Содержание металла хрома	%	40	40
5	Металл в руде хрома	тонн	4000	4000
6	Добычи руды с учетом потерь и разубоживания	тонн	10100	10400
7	Извлечение металла	%	60	60
8	Металл в концентрате	тонн	6060	6240
9	Планово расчетная цена товара	тенге	24000	24000
10	Товар на реализация	тенге	145440000	149760000
11	Горно-подготовительные работы	м³	213,0	157,0
12	Закладочные работы	м³	136	127
13	Затраты на ГПП	тенге / м³	25600	24300
14	Затраты на закладочные работы	тенге / м³	5947	5947
15	Затраты на добычу руды	тенге /тон	10600	10300
16	Полная производственная себестоимость	тенге .	113321592	111690369
17	Результаты экономии + перерасход	тенге .		-1631223

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований по теме диссертации «Обоснование параметров комбинированной геотехнологии системы разработки для безопасной добычи хромитов на глубоких горизонтах месторождении Миллионное» получены следующие основные результаты:

1. При всех своих преимуществах, применение технологии с самообрушением руды и вмещающих пород на шахтах ДонГОКа является необходимостью, нежели эффективным техническим решением рациональной устойчивой добычи. Поэтому, нами предложена комбинированная геотехнология при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах мощностью до 80-100 м.

2. Предложена методика обоснованного выбора системы разработки на месторождении ДонГОК, которая должна учитывать показатели, влияющие на результат оценки эффективности конкурирующих систем разработки.

3. Для разработки и обоснования параметров искусственного днища блока системы с самообрушением руды на глубоких горизонтах шахт «ДНК» были рассмотрены несколько вариантов сооружения искусственного днища.

Нами предложена геотехнология создания искусственного днища на горизонте выпуска и доставки в районе междуштрековых и надштрековых целиков как несущих конструктивных элементов для планомерного выпуска руды из блоков.

4. На основе предложенной технологии разработана методология по обоснованию прочности искусственных днищ (ИД) с многоопорной железобетонной платформой с расчетами оценки прочности искусственных днищ (ИД) с многоопорной удлиненной прямоугольной железобетонной платформенной опорой.

Согласно выполненным расчетам прочности вертикального квадратного железобетонного столба-опоры высотой $h_{оп} = 7 \div 9$ м для предлагаемой многоопорной железобетонной конструкции днища коэффициент запаса прочности элемента вертикального квадратного железобетонного столба-опоры равным $n = 1,51$ соответствует их запасу прочности (при $n \geq 1,4$).

5. На основании текущей деятельности и горнотехнической характеристики, представляющих насущные проблемы разработки хромитового месторождения на шахте «ДНК» ДонГОКа имеются предпосылки о целесообразности перехода на комбинированную геотехнологию в комбинации с системой самообрушением руды с искусственным днищем блока и доставки руды для условий повышенного горного давления на шахте «ДНК» ДонГОКа, где:

- предложена комбинированная подземная геотехнология с отработкой в условиях этажа – 480/-640м; запасов системой разработки с закладкой и формой блока в виде трапеции, с углом наклона стенок боковых границ блока $70-80^\circ$ от верхнего слоя отработки под углом естественного

откоса. В данном варианте сокращение твердеющей смеси составляет до 40% от объема закладки и на этаже в соседнем блоке позволяет выпуск рудной массы на 30% больше при неизменном объеме подготовительно-нарезных работ в комбинации с технологией с самообрушением руды;

- предложена методика обоснованного выбора системы разработки и проведен расчет технико-экономических показателей сравниваемых вариантов;

- технико-экономический анализ сравниваемых вариантов по предложенной комбинированной геотехнологии показывает целесообразность перехода подземной добычи хромитов в условиях этажа - 480/-640м месторождения «Миллионное»;

- разработаны и обоснованы параметры искусственного днища блока системы с самообрушением руды на глубоких горизонтах шахты «ДНК»;

6. Для определения показателей извлечения руды на горизонте выпуска из искусственного днища блока системы с самообрушением руды выполнены лабораторные испытания на физических моделях. В результате были определены разубоживание рудной массы при каждом угле наклона воронки в отдельности и по всей физической модели в целом. Показатели разубоживания при трех выпусках увеличивался и дали следующие данные: - при $\alpha=56^\circ$ на $P=2,5\%$, - при $\alpha=60^\circ$ на $P=1,5-2,0\%$; - при $\alpha=65^\circ$ на $P=1,2-1,5\%$.

7. Согласно методике и выполненному расчету технико-экономической эффективности предлагаемого способа комбинированной подземной геотехнологии добычи хромитов по выбранному нами варианту видна целесообразность повышения экономической эффективности очистных работ при отработке запасов в глубоких и сложно-обособленных рудных залежах системой разработки с закладочными работами, имеющую форму блока в виде трапеции, с углом наклона стенок боковых границ блока $80-85^\circ$ от верхнего слоя отработки под углом естественного откоса при уменьшении твердеющей смеси до 40% от объема закладки и на этаже в соседнем блоке, т.к. объем выпуска самообрушенного рудного массива увеличивается на 30% в комбинации с технологией с самообрушением руды. Это дает возможность снижения себестоимости добычных и горно-проходческих работ без ухудшения товарной ценности добычи в комбинации с технологией с самообрушением руды. При этом, уровень экономической эффективности варианта 4, предложенный ИГД им Д.А. Кунаева составляет 25,4 % по сравнению с вариантом 3 равным 22%, что показывает рентабельность предлагаемого нами варианта с применением самоходного оборудования на 11,5% эффективнее, что равно сумме 1 млн. 631 тыс. 223 тенге.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Zharebko L., Shamganova L., Jangulova G., Kassymkanova Kh., Bektur B. Specific character of Donskoy chromites development in complex mining and geological conditions. 16th International multidisciplinary scientific geoconference. Exploration and mining. Mineral processing. Sgem 2016. 30 June - 6 July, 2016. Albena, Bulgaria. p775-780

2 Бекберенов Д.К., Джангулова Г.К., Кабдешев А.Н., Токтаров А.А. Геомеханическая сущность и технологические особенности применения технологии с самообрушением руды вглубинных горизонтах рудника «ДНК» ДонГОКа / Международная научно-техническая конференция «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли». 27-29 ноября 2014 г. Ташкент. – С. 112-116

3 Разработка и внедрение мероприятий для совершенствования технологии горных работ на шахтах «Молодежная», «Центральная» и «Глубокая» Донского ГОКа на основе инженерно-геологического районирования с учетом строения и вторичных изменений пород. Отчет о научно-исследовательской работе. ВИОГЕМ, Белгород, 1990.

4 Разработка новых высокоэффективных и безопасных технологий подземной добычи руд ферросплавного сырья на больших глубинах. Этап: «Разработка технологического регламента...» // Отчет о НИР, тема № 15, ИГД им. Д.А. Кунаева, Алматы, 2005. – 72 с.

5 Яковлев Ю.И., Жеребко Л.Н., Джангулова Г.К., Пивоварова Л.М. Перспективы отработки глубоких горизонтов месторождений Донского ГОКа системой с обрушением Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы, – Т.69– 2005.-С.67-70

6 Инженерно-геологический регламент на проходку клетьевого ствола шахты «Центральная» Дон ГОКа в отметках –384,5-428,5 м. ВИОГЕМ, Белгород, 1988. – 23 с.

7 Разработка новых высокоэффективных и безопасных технологий подземной добычи руд ферросплавного сырья на больших глубинах. // Отчет о НИР, тема №АР05131352 ИГД им. Д.А. Кунаева, Алматы, 2018. – 42 с.

8 Д.Р. Каплунов, В.А. Юков. Принципы устойчивого и экологического сбалансированного освоения недр на базе комбинированных геотехнологий / Горный журнал 2015, №11. – С. 32-35.

9 Способы и средства обеспечения устойчивости горных выработок при отработке мощных залежей хромитовых руд под обрушенным массивом системой с самообрушением //Отчет о НИР ИГД им. Д.А. Кунаева, –Алматы, 2012. – 80 с

10 Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. М: «Недра», 1989. – 270с.

11 Коган Я.Л. Сжимаемость крупнообломочных пород под большими нагрузками. Гидротехническое строительство 1966. № 9 – С. 21-23.

12 Жеребко Л.Н., Джангулова Г.К., Пивоварова Л.М. Способ

возведения искусственного днища блока при отработке слабоустойчивых рудных залежей на больших глубинах // а.с Е 21С 41/22, 15.11.2013 бюл №11

13 Методические указания по проектированию отработки свит наклонных залежей Жезказганского месторождения. Корпорация «Казахмыс», «ЖезказганНИПИцветмет», ИГД им. Д.А. Кунаева, 2002.-50 С.

14 Джангулова Г.К. Исследование разрыхленности вмещающих пород месторождений хромитов при их самообрушении // Труды ИГД им. Д.А. Кунаева, том 70, Алматы -2005, - с. 30-36

15 Оценка параметров формируемого искусственного массива из закладочных смесей на основе отходов горно-обогажительного производства // Отчет о НИР ИГД им. Д.А. Кунаева, по теме №23, руководитель д.т.н., Прокушев Г.А. –Алматы, 2006. – 144 с

16 Аханов Т.М., Прокушев Г.А. Технология разработки Жезказганского месторождения, состояние и перспективы развития. Горный журнал Казахстана.- 2010, №1.- С.12-17

17 Пат. № 2014472 Российская Федерация, E21F13/04, E21C41/22 Способ выпуска отбитой руды из дучек /Исаев М.А., Калекин Р.С., Яковлев Ю.И. и др.; заявитель и патентообладатель Институт горного дела АН КазССР. – 4925982/03; заявл. 05.04.91; опубл. 15.06.94, Бюл. № (ч.) – 3 с.

18 Именитов В.Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудныхместорождений. – М.: Недра, 1984. – 528 с.

19 Именитов В.Р., Ковалев И.А., Уралов В.С. Моделирование обрушения и выпуска руды. – М.: МГИ, 1961. – 151 с.

20 Любченко Е.А., Чуднова О.А. Планирование и организация эксперимента // Уч. пособ. Ч.1.-Владивосток: Изд.ТГЭУ, 2010.-156с. 34. Именитов В.Р., Пепелев Р.Г. Основы научных исследований. – М.: МГИ, 1990. – 92 с.

21 Пепелев Р.Г. Выпуск под обрушенными породами: Уч. пособие.- М.: МГГУ, 2012.- С. 56. Моделирование в геомеханике / Г.Н. Кузнецов, Ф.П. Глушихин, , М.Ф. Шклярский и др. М.: Недра, 1991. 240 с.

22 Моделирование проявлений горного давления / Г.Н. Кузнецов, М.Н. Будько,Ю.И.Васильев и др. Л.: Недра, 1968. 280 с.

23 Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»// Казгипроцветмет, часть геологическая, том 2, книга 1,- Усть –Каменогорск, 2003. -135 с

24 Моделирование проявлений горного давления / Г.Н. Кузнецов, М.Н. Будько,Ю.И.Васильев и др. Л.: Недра, 1968. 280 с.

25 Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»// Казгипроцветмет, часть геологическая, том 2, книга 1,- Усть –Каменогорск, 2003. -135 с

26 Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»//Казгипроцветмет, часть технологическая, том 2, книга 3,- Усть –Каменогорск, 2003. -150 с

27 Сморгачев, Ю. П. Обеспечение комфортных условий труда в

тупиковых выработках при буровзрывном способе проходки. / Ю. П. Сморгачев, Г. О. Петрунин // Безопасность труда в промышленности. — 2008. — № 7. — С. 31–34.

28 Казаков, Б. П. Влияние закладочных работ на формирование теплового режима в горных выработках в условиях рудников ОАО «Норильский никель» / Б. П. Казаков, А. В. Шалимов, А. В. Зайцев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. — 2012. — № 2. — С. 110–114.

29 Лапшин, А. А. Проблема теплового режима глубоких железорудных шахт и создание эффективных способов его нормализации / А. А. Лапшин, А. Е. Лапшин, И. Б. Ошмянский // Форум горняков — Днепропетровск: НГУ, 2008. — С. 98 -105.

30 Жеребко Л.Н., Пивоварова Л.М., Джангулова Г.К. Особенности проявления горного давления и определение нагрузок на крепь выработок нижних горизонтов шахт Донского ГОКа // Монография РГП НЦ КПМС РК №2-УС-03 Горные науки и проблемы освоения недр Казахстана, том I 2003. — С. 66-74.

31 Джангулова Г.К. Разработка научно – методических положений прогнозирования поведения поверхности над зоной очистных работ в структурнонарушенных массивах. Дисс. на соискание ученой степени канд. технических наук. Алматы. – 2009 г. – 125 с.

32 Проект на отработку шахты «10-летие независимости Казахстана»// Казгипроцветмет, часть технологическая, том 2, книга 4,- Усть – Каменогорск, 2003. -200

33 Шукирбаев К.О, Сахипова К. Разработка и внедрение инновационных технологий крепления горных выработок попадающих в зону влияния очистных выработок на шахтах ДГОК

34 К.Т. Сахипова, К.Б. Сатыбалды Ғылыми жетекші – Б.К. Бектур, техника ғылымдарының магистры, лектор. Satbayev University, Қазақстан, Алматы.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Расчет технико-экономических показателей существующей системы с самообрушением руды и предлагаемой подготовкой горизонтов выпуска руды искусственным днищем блока

№	Наименование		Вариант 1	Вариант 2
п/п			технология с самообрушением руды с традиционной подготовкой блока	технология с самообрушением руды с искусственным днищем блока
		ед.изм.		
1	Объем добычи руды (годовой объем участка)	тон	10000	10000
2	Потери	%	17	15
3	Разубоживание	%	16,5	19
4	Содержание хрома	%	45	45
5	Металл в руде хрома	тонн	4500	4500
6	Добыча руды с учетом потери и разубоживания	тонн	9950	10300
7	Извлечение металла	%	60	60
8	Металл в концентрате (без металлургии)	тонн	5970	6180
9	Цена металла (сырье)	тенге	32500	32500
10	Доход от товарной продукции	тенге	194025000	200850000
11	Горно-подготовительные работы	м ³	54,0	75,0
12	Затраты на ГПР	тенге/м ³	26800	27000
13	Затраты на добычу руды	тенге /тонн	14000	14000
14	Полная производственная себестоимость	тенге.	140747200	146225000
15	Результаты реализации по себестоимости товара прибыль + убыток	тенге.	-53277800	-54625000
16	Результаты сравниваемых вариантов	тенге.		-1347200
17	Рентабельность	%	37	37

Проведенный расчет технико-экономических показателей по сравнению с существующей системой с самообрушением руды и предлагаемой подготовкой горизонтов выпуска руды с искусственным днищем блока позволяет экономии средств на 1347200 тенге на перекрепку и снижения потерь руды на выпускном горизонте

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Горно-геологические данные по месторождениям:
месторождений «Миллионное» (горизонты от -400 м до -560 м)

№п/п	Наименование показателей	Показатель	Примечание
1	2	3	4
Месторождение «Миллионное»			
1	Количество отрабатываемых рудных тел	1	
2	Номера рудных тел	2	XII - XVIII
3	Общая протяженность рудной зоны в плане, м	420	
4	Максимальная ширина рудоносной зоны в плане, м	125	
5	Максимальная мощность рудных тел, м	46,2	
6	Угол наклона рудных тел, град	от 18 до 40	
7	Балансовые запасы категории В+С ₁ , в том числе по горизонтам: горизонт -400 м горизонт -480 м горизонт -560 м	9010 тыс.т 1523 тыс.т 28 тыс.т	
8	Среднее содержание Cr ₂ O ₃ , %	51,0	
9	Объемный вес руд, т/м ³	3,93	
10	Объемный вес вмещающих пород, т/м ³	от 2,55 до 2,82	
11	Крепость руд по Протодяконову (f)	от 3 до 4	
12	Крепость пород по Протодяконову (f)	до 6	
13	Рудная площадь (с нависающей частью), м ³ по горизонтам: горизонт -400 м горизонт -480 м горизонт -560 м	76695 36269 3099	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Основные технологические параметры предлагаемых систем разработки для шахт ДонГОКа

№ п/п	Параметры	Системы разработки		
		Этажного самообрушения	подэтажного самообрушения	подэтажного обрушения с торцевым выпуском руды
1	Расстояние между откаточными ортами, м ²	60	60	60
2	Длина блока (по простиранию), м	от 60 до 120	от 60 до 120	от 60 до 120
3	Ширина блока (по мощности рудных тел), м	до 300	до 300	-
4	Высота этажа, м	80	80	80
5	Количество подэтажей, м	-	2	1
6	Высота подэтажа, м	-	40	40
7	Количество панелей, шт	от 6 до 10	от 2 до 6	до 5
	в том числе в работе	2	до 2	до 2
8	Длина панели, м	от 25 до 120	от 25 до 180	28
9	Ширина панели, м	от 24 до 36	от 24 до 36	14
10	Высота панели, м	от 40 до 80	от 40 до 60	до 40
11	Отбойка руды	Взрывная (скважинными зарядами)	Взрывная (скважинными зарядами)	Взрывная (скважинными зарядами)
12	Выпуск руды	Донный (через дучки)	донный (через дучки)	торцевой
13	Доставка руды	скреперная	скреперная	ПДМ
14	Управление гоним давлением	самообрушение вмещающих пород	самообрушение вмещающих пород	самообрушение вмещающих пород
15	Вид применяемого оборудования	переносное	переносное	самоходное
16	Кондиционный кусок, мм	400	400	400

Таблица 2 – Комбинированная геотехнология с применением системы разработки с самообрушением руды и горизонтальных нисходящих слоев с твердеющей закладкой на месторождении «Миллионное»

Месторождения	Горизонты	Система разработки	Геологические запасы на 01.01.2018		Потери, %	Разубоживание, %
			Руда, тыс.т	Содержание Cr2O3, %		
2- ая очередь						
Миллионное	-400 м	Самообрушением	8147	51,3	16	19
		С закладкой	889	51,3	4,8	7,3
	-480 м	Самообрушением	599	52,2	16	19
		С закладкой	924	52,2	4,8	7,3
	-560 м	Самообрушением				
		С закладкой	28	52,2	4,8	7,3
Итого м-е «Миллионное»			10587	51,4	14,1	17