

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Абен Хайруллы Халидиллаулы на тему «Разработка технологии закладочных работ для отработки прибортовых и подкарьерных запасов», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D070700 – Горное дело»

Золото используется государствами в качестве страхового и резервного фонда. Ученные государственные запасы золота, сосредоточенные в Центральных банках и резервах МВФ, составляют сегодня более 31000 т.

Сегодня объемы добычи этого драгоценного металла обладают значительной инерционностью. Таким образом, предложение добытого золота из года в год имеет небольшую вариацию – значительно меньшую, чем предложение золотого лома, продажа золота банками и инвесторами.

По оценкам компании «NaturalResourceHoldings», в мире сейчас известно 580 довольно крупных месторождений золота с общими запасами 3,72 млрд. унций, при среднем содержании золота 1,01 грамма на тонну руды. Эти месторождения принадлежат 312 компаниям, включая государственные, частные и спонсируемые правительством корпорации, 261 месторождение принадлежит независимым горнодобывающим юниорам.

Анализ мировой тенденции развития добычи и разведки золота за последние 25 лет показывает, что активно проявляются тенденции как на увеличение, так и на уменьшение производства золота. Географическая структура добычи золота в мире за последние три десятилетия радикально изменилась. Крупнейшими производителями стали Китай, Австралия, Россия и США. Хотя долларовая цена золота на рынке упала на 6% в 2015 году, она в действительности выросла в валютах 17 из 20 ведущих золотодобывающих стран. Несмотря на существенное падение цены на золото в 2013 году, объем первичной добычи металла продолжает расти.

Интенсивная отработка месторождений за последние 20-25 лет привела к истощению запасов с благоприятными горно-геологическими условиями. В связи с ростом глубины разработки, ухудшением горнотехнических и горно-геологических условий, снижением содержаний полезных компонентов, ужесточением экологических требований и т. д., возникает проблема поиска вариантов эффективной разработки месторождений.

В мире в настоящее время насчитывается более 2 тыс. месторождений, разрабатываемых комбинированным, открыто-подземным способом. Только за последние 10 лет их количество увеличилось практически в 1.5 раза, что связано в большинстве своем с достижением карьерами предельных глубин и возможностью отработки запасов глубоких горизонтов только подземным способом. При переходе с открытых работ на подземные, при разработке крутых залежей между открытыми и подземными работами оставляют потолочину. Последующая же ликвидация потолочин искусственным путем или при самообрушении (что наиболее вероятно) неизбежно сопряжена не только с большими потерями руды и разубоживанием, но и с различными процессами и

явлениями, последствия которых практически невозможно предусмотреть и рассчитать.

Вместе с тем, при комбинированной отработке месторождений в основании и бортах карьеров, остаются запасы руды, которые обрабатывать открытым способом не рентабельно.

В данном направлении имеется ограниченное число исследований, а существенные результаты были получены в единичных случаях.

Поэтому, исследование технологии отработки запасов ниже отметки дна и прибортовых участках карьера является актуальной задачей.

Цель работы- разработка технологии отработки подкарьерных и прибортовых запасов, обеспечивающей наиболее полное извлечение из недр полезных ископаемых, безопасность, экологичность и экономичность горных работ.

Идея работы заключается в применении стадийной выемки подкарьерных и прибортовых запасов системами разработки с разнопрочной закладкой и рациональным размещением зарядов ВВ с учетом зон разгрузки при отработке камер смежных с заложенными твердеющей закладкой.

Объектом исследований является золотомедное месторождение Майкаин, которое является типичным при комбинированном открыто-подземным способе разработки.

Предметом исследований является технология выемки подкарьерных и прибортовых запасов месторождения.

Задачи исследований:

- анализ горнотехнической ситуации и опыта отработки прибортовых и подкарьерных запасов твердых полезных ископаемых;
- разработка технологии отработки подкарьерных запасов руды с применением системы разработки с закладкой;
- установление рационального состава закладочной смеси из отходов горно-обогатительного производства с учетом горнотехнических условий месторождения, обеспечивающего возведение устойчивого искусственного массива и порядка отработки камер;
- обоснование технологии и параметров отбойки руды на контакте «руда-закладка», снижающей разрушение закладочного массива;
- технико-экономическая оценка предлагаемых технологических решений.

Научная новизна работы:

-установлена закономерность необходимой прочности закладочного массива при стадийной выемке камер, что позволяет объективно определить прочность закладочного массива с учетом очередности и высоты выемки камер;

-выявлены закономерности влияния на реологические характеристики твердеющих закладочных смесей добавки поверхностно-активных веществ;

-установлены зависимости величины незаряжаемой части веерных комплектов скважин в их донной части со стороны закладочного массива от длины зоны разгрузки, что позволит снизить величину разубоживания руды подрываемого закладочной смеси.

При выполнении работы использовался комплексный **метод исследований**, включающий анализ и научное обобщение научно-технической информации и практики горного производства, экспериментальные исследования, статистическая обработка и анализ результатов экспериментальных исследований и расчетов, технико-экономическое обоснование принятых решений.

Научные положения:

-прочность закладки определяется с учетом стадий выемки камер и высоты обнажениявыработанного пространства;

-поверхностно-активные вещества приводят к изменению реологических характеристик твердеющих закладочных смесей, а именно повышают ее подвижность и прочностные характеристики, позволяют снизить водосодержание смеси;

-величины незаряжаемой части веерных скважин в их донной части со стороны закладочного массива необходимо принимать в зависимости от длины зоны разгрузки, что снижает подрыв закладочного массива и разубоживание руды закладкой.

Практическая ценность работы заключается в разработке технологии отработки подкарьерных и прибортовых запасов со стадийной выемкой и закладкой с разной прочностью, и обосновании параметров отбойки руды на контакте «руда-закладка».

Обоснованность и достоверность научных положений подтверждается корректным использованием теоретических и экспериментальных исследований, представительным объемом и сходимостью теоретических и экспериментальных данных.

Личный вклад автора: анализ зарубежного и отечественного опыта разработки прибортовых и подкарьерных запасов, разработка технологии отработки подкарьерных запасов; проведение лабораторных исследований по определению состава закладочной смеси; обоснование параметров отбойки руды на контакте «руда-закладка»; определение технико-экономических показателей предложенных технологических решений.

Апробация работы: результаты работы докладывались на международной научно-технической конференции «Инновационное развитие горнодобывающей отрасли» (Кривой Рог, 2016), международных Байконуровских чтениях (Жезказган, 2015) и международных Сатпаевских чтениях (Алматы, 2017), на научных семинарах кафедры «Горное дело» в КазНИТУ им.К.И.Сатпаева.

Публикации, включают три статьи в «Горном Журнале Казахстана», в научно-техническом сборнике «Взрывное дело» (Москва, 2017), а также в рейтинговом «Горном Журнале» (база Scopus), (Москва, 2017).

Структура и объем работы: Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 52 наименований и содержит 106 страницы машинописного текста, 55 рисунков, 18 таблиц.

Верхняя часть Майкаинского месторождения до глубины 170 м отработана открытым способом, далее отрабатывается подземным способом с применением системы разработки с обрушениемналегающих пород.

При этом возникли следующие проблемы: произошло обрушение потолочины, обрушение северо-восточного борта карьера, что привело к обрушению междублоковых целиков. Возникли трудности для полной отработки подкарьерных и прибортовых запасов руды. Это привело к нарушению вентиляции подземного рудника, просачиванию карьерных вод и вод из-за различных осадков. Все это в конечном итоге привело к осложнениям при добыче руды, возрастанию разубоживания руды и себестоимости.

С учетом горно-геологических условий месторождения, для разработки подкарьерных запасов месторождения была предложена система разработки с камерной выемкой и закладкой. При этом рудное тело разбивается по простиранию на участки длиной до 60 м. По вертикали этот участок (блок) делится на три подэтажа подэтажными выработками. Высота подэтажа 17 м. По простиранию блок делится на камеры шириной 10 м. В крест простирания в зависимости от мощности рудного тела блок разделен на несколько панелей так, чтобы отношение ширины камеры к величине панели не превышало 1:2. Подготовка блока заключается в проходке наклонного съезда под углом 8–12°, вентиляционно-закладочного восстающего, доставочных штреков и из них – под углом 5–6° погрузочно-доставочных ортов. С уровня откаточного горизонта проходят рудоспуск, восходящий на подэтажи. Каждый доставочный орт сбивают вентиляционно-закладочными сбоями с закладочными ортами, проходимыми из вентиляционно-закладочных штреков. Проходят погрузочные заезды, буровые орты, отрезной восстающий. Очистную добычу начинают с разделки отрезной щели и последующей отбойки руды на эту щель скважинными зарядами. Диаметр скважин 56–70 мм. Подготовительные выработки в зависимости от устойчивости вмещающих пород крепят штангами с торкретом или податливой крепью из спецпрофиля. Твердеющую закладку в отработанные камеры подают по трубопроводу, проложенному в закладочных выработках верхнего подэтажа.

Для отработки подкарьерных запасов руды предлагаются несколько этапов их выемки:

- первая стадия – выемка запасов камеры под защитой блоковых целиков, когда искусственный целик нагружен практически только собственным весом;
- вторая стадия – вынимается блоковый целик с полным обнажением одной боковой стенки искусственного целика;
- третья стадия – обнажение искусственного целика с двух сторон.

Отличие данной технологии заключается в том, что для камер разной очереди используется закладка с разной прочностью.

На основании исследований, с учетом горно-геологических условий месторождения, параметров камер было установлено, что для условий месторождения «Майкаин» необходимые прочности искусственного закладочного массива в зависимости от очередности выемки камер и площади их вертикального обнажения изменяются в пределах 2,6-4,25 МПа и составляет для:

- камер I очереди – 2,6 МПа;
- камер II очереди – 3,0 МПа;
- камер III очереди – 4,25 МПа.

Необходимая прочность искусственного закладочного массива по условию устойчивости вертикальных обнажений приведены в таблице 1

Таблица 1- Нормативная прочность закладки в зависимости от высоты вертикального обнажения массива

Высота вертикальных обнажений закладки (среднее значение), м	Нормативная прочность, МПа
5-10(7.5)	1,2
10-15(12.5)	1,5
15-20(17.5)	2,0
20-30 (25)	2,5
30-40 (35)	3,0
свыше 40 (45)	4,0

Обработкой данных была получена зависимость нормативной прочности закладочного массива от высоты вертикальных обнажений (рисунок 1)

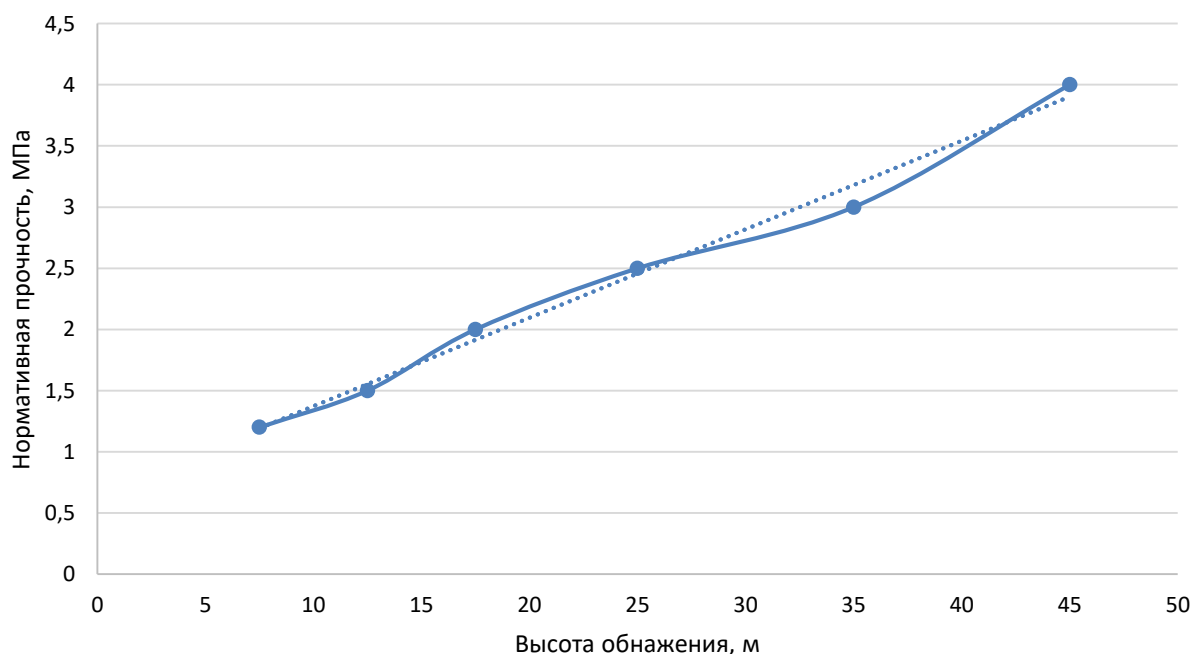


Рисунок 1 - Зависимость нормативной прочности закладки от высоты обнажения

Зависимость можно отобразить в виде формулы:

$$R = 0.07H + 0.65$$

$$5 < H < 45$$

где R – нормативная прочность закладочного массива, МПа, H – высота обнажения, м.

Для получения закладочной смеси с характеристиками, обеспечивающими подвижность 12... 14 см и предельное напряжение сдвига 20...25 Па, которые позволяют транспортировать ее по трубам в режиме самотека, а также гарантированно получить требуемую нормативную прочность в заданные сроки были проведены специальные экспериментальные исследования. С целью удешевления было обосновано и предложено максимально использовать местные материалы для закладки. Для этого были исследованы: хвосты флотации; отсеvy ДСК; породы проходческих работ; известняк карьера «Керегетас».

Исследования проводились по следующей методике. Теоретически рассчитываемая состав смеси при соблюдении требования:

$$\frac{Ц}{\rho_{ц}} + \frac{U}{\rho_{и}} + \frac{X}{\rho_{х}} + \frac{O}{\rho_{o}} + \frac{B}{\rho_{b}} = 1,$$

где Ц- расход цемента, кг/м³

U – расход извести, кг/м³

X – расход флотационных хвостов, кг/м³

O – расход отсеvов ДСФ, кг/м³

B – расход воды, кг/м³

$\rho_{ц}, \rho_{и}, \rho_{х}, \rho_{o}, \rho_{b}$ – соответственно плотность цемента, извести, флотационных хвостов, отсеvов ДСФ и воды.

Учитывая, что в настоящее время наиболее распространен способ приготовления закладочной смеси в шаровой мельнице, именно он был принят за основу.

В лабораторную мельницу загружались компоненты закладочной смеси и перемешивались в течение 5 минут. Готовая смесь исследовалась на подвижность по осадке конуса СтроиЦНИЛ, а предельные напряжения сдвига на приборе Ребиндера-Вейлера. Смеси, удовлетворяющие требованиям подвижности и предельного напряжения сдвига указанным выше, закладывались в формы и после затвердения испытывались на прочность в возрасте 14, 28 и 90 суток.

Состав испытываемых смесей вирировался изменениями соотношения компонентов, что в дальнейшем позволило установить зависимость

подвижности, предельного напряжения сдвига и динамики набора прочности от состава закладочной смеси.

Учитывая, что зерна цемента имеют достаточно грубый помол, а при их обработке в шаровой мельнице происходит их домол, были проведены исследования по влиянию тонкости помола цемента на прочность закладки и установлено экспериментально, что доизмельчение цемента позволяет более полно использовать его активность и как следствие повышает прочность закладки.

Прочность закладки определялась в лаборатории путем испытания образцов-кубиков раздавливанием на гидравлическом прессе. Для каждого испытания готовилось по три образца. Стандартные сроки испытания составляли 28 и 90 суток. Размер форм для закладочных смесей составлял 100×100×100 мм.

Как показали результаты экспериментов закладочную смесь из породы получить не удалось, т.к. порода не измельчалась и смесь не удерживала воду.

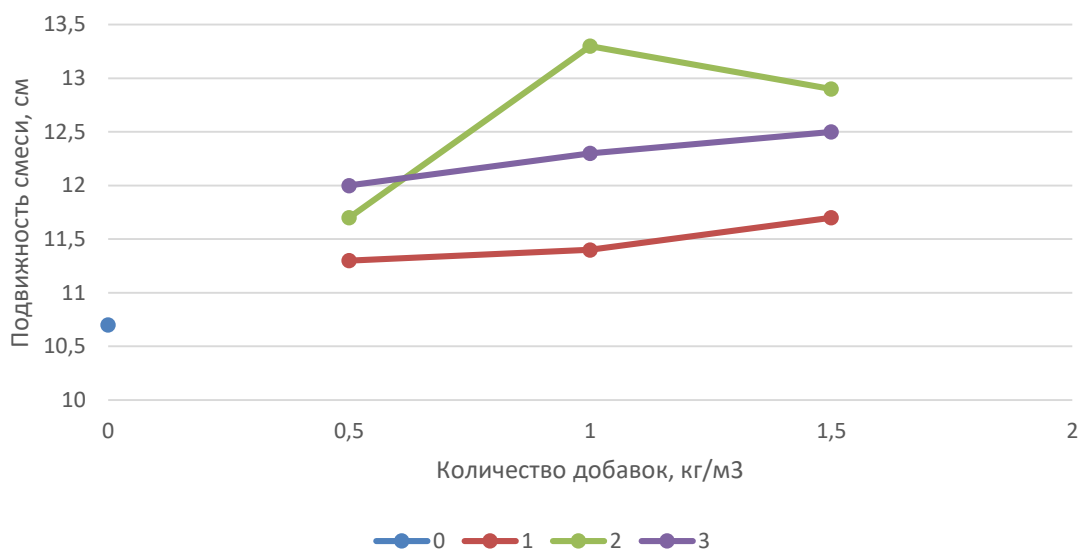
Для условий месторождения «Майкаин», в качестве заполнителя предложено использовать сухие флотационные хвосты из хвостохранилища, отсева ДСК.

Ряд исследований был направлен на увеличение прочности, подвижности закладочной смеси и уменьшение расхода вяжущего. Для этого, было изучено влияние добавок-пластификаторов на реологические свойства закладочных смесей.

На сегодняшний день выпускается достаточно большой ассортимент химических добавок отечественного и зарубежного производства. PozzolithMR 25, 55 и Pozzolith 100 XR являются жидкой добавкой для придания текучести, не содержащей хлор и используемой для получения однородного и высококачественного бетона. Исследования были проведены с использованием трех видов добавок, при этом количество цемента – 140 кг/м³, хвостов – 1193 – 1389 кг/м³; воды – 439 -511 кг/м³. Количество добавки варьировалось от 0,5 кг/м³ до 1,5 кг/м³ с шагом 0,5 кг/м³

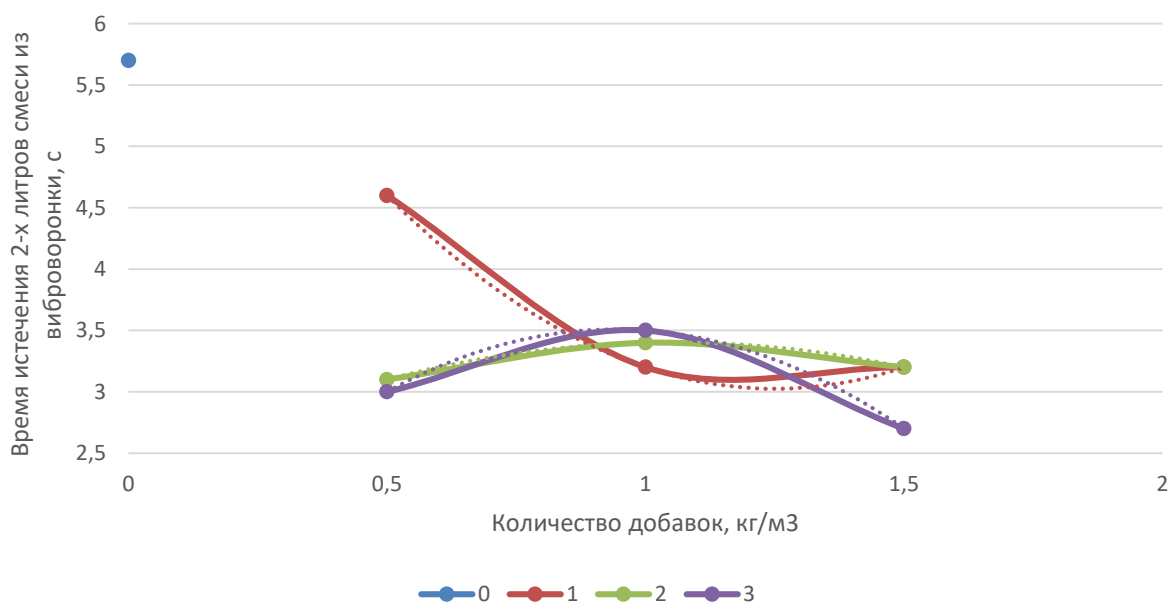
Подвижность смеси определялась также по времени истечения 2-х литров смеси из виброворонки.

Обработкой данных исследований были получены зависимости изменения подвижности закладочной смеси по времени истечения закладочной смеси из виброворонки с использованием добавок-пластификаторов при существующем составе смеси: цемент – 140 кг/м³, хвосты – 1288 кг/м³; вода – 476 кг/м³, отношение Т:Ж в текущих хвостах – 73:27, плотность смеси: расчётная -1904 г/л (рисунки 2,3).



0 – без использования добавок; 1, 2, 3 – с использованием добавок-пластификаторов, соответственно, PozzolithMR 25, PozzolithMR 55 и Pozzolith 100 XR

Рисунок 2 - Изменение подвижности закладочной смеси с использованием добавок-пластификаторов (при существующем составе смеси: цемент – 140 кг/м³, хвосты – 1288 кг/м³; вода – 476 кг/м³, отношение Т:Ж в текущих хвостах – 73:27, плотность смеси: расчётная -1904 г/л

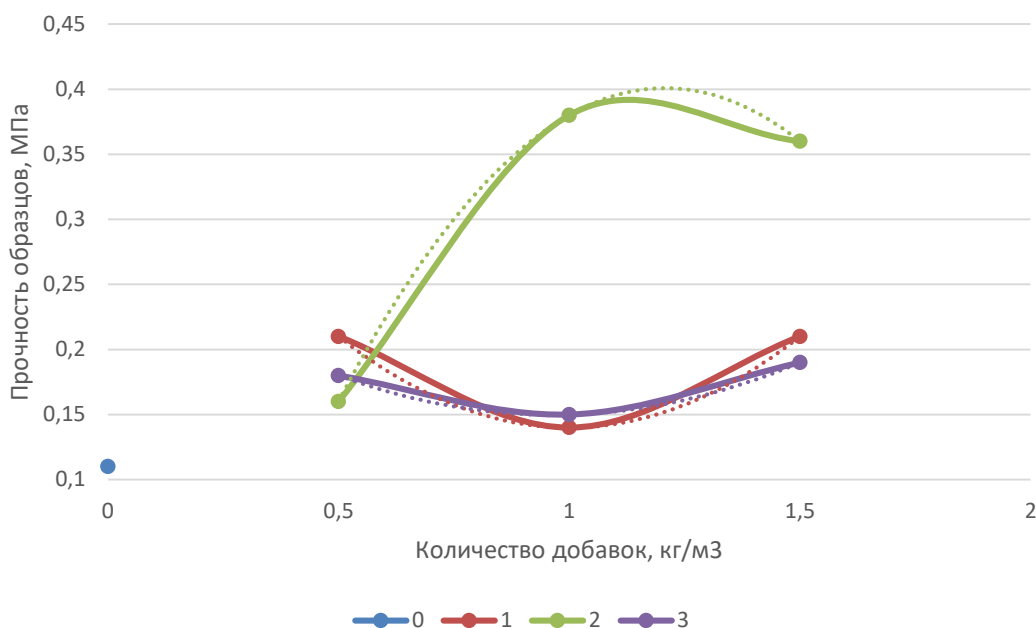


0 – без использования добавок; 1, 2, 3 – с использованием добавок-пластификаторов, соответственно, PozzolithMR 25, PozzolithMR 55 и Pozzolith 100 XR

Рисунок 3 - Изменение времени истечения закладочной смеси из виброворонки

Повышение подвижности твердеющей закладочной смеси за счет введения в нее химических добавок позволяет снизить водосодержание смеси, а это в свою очередь должно привести к повышению прочности затвердевшей закладки.

С этой целью были заложены образцы закладки, которые испытывались в возрасте 14 и 28 суток раздавливанием на прессе по стандартной методике, в результате были получены зависимости изменения прочности образцов закладочной смеси с использованием добавок-пластификаторов (рисунок 4).



0 – без использования добавок; 1, 2, 3 – с использованием добавок-пластификаторов, соответственно, PozzolithMR 25, PozzolithMR 55 и Pozzolith 100 XR

Рисунок 4 - Изменение прочности образцов закладочной смеси с использованием добавок-пластификаторов (при существующем составе смеси: цемент – 140 кг/м³, хвосты – 1193 кг/м³; вода – 511 кг/м³, отношение Т:Ж в текущих хвостах – 70:30, плотность смеси: расчётная -1845 г/л, фактическая 1834-1859 г/л) в возрасте 14 суток

По результатам исследований предложены рациональные составы закладочных смесей для условий рудника «Майкаин» (таблица 2).

Таблица 2 - Рекомендуемые составы закладочных смесей

Марка смеси	Удельный расход компонентов, кг/м ³							Плотность смеси, кг/м ³	Прочность кубиков		Ожидаемая прочность в массиве R90, МПа
	Вяжущее			Заполнитель			Вода		МПа		
	Всего	в том числе		Всего	в том числе				R28	R90	
		цемент	известь		хвосты флот	отсевы ДСФ					
М301	240	240	-	1240	-	1240	500	1990	1,1	2,85	3,7
М302	200	200	-	1280	-	1280	450	1980	0,76	1,9	2,5
М303	150	150	-	1310	-	1310	450	1980	0,4	1,1	1,5
М304	200	200	-	1330	1050	285	450	1985	1,3	3,5	4,0
М305	150	150	-	1350	650	700	450	1980	1,5	3,4	3,8
М306	150	150	-	1330	1350	-	500	1980	0,85	1,8	2,3
М307	120	120		1350	1350	-	500	1985	0,4	0,95	1,25
М308	170	160	50	1250	1250	-	550	1990	1,2	3,0	3,8
М309	150	180	70	1280	1280	-	580	1990	1,0	2,4	3,1
М310	170	120	50	1310	-	1310	550	1985	1,25	2,75	3,5
М311	140	480	60	1310	-	1310	550	1985	0,65	1,7	2,1
М312	170	120	50	1300	950	350	550	1980	1,15	3,0	3,3
М313	140	170	70	1350	650	600	550	1980	0,6	1,75	2,2
М314	170	80	90	1350	600	650	550	1980	0,9	2,5	2,85
М315	220	100	120	1250	1250	-	550	1990	1,2	3,4	4,2

В результате был сделан вывод, что:

-для закладочных материалов, предлагаемых к использованию на Майкаинском руднике наиболее приемлемой является химическая добавка PozzolithMR 55;

-использование данной добавки в составе закладочной смеси дало возможность (в зависимости от дозировки добавки) повысить подвижность смеси в лабораторных условиях на 20%;

-прочность закладки в возрасте 28 суток увеличилась на 10-15%, что позволяет снизить расход дорогостоящего цемента при условии сохранения прочностных свойств закладочного массива.

Как известно, при системах разработки с закладкой с отбойкой руды скважинами, закладочный массив может быть поврежден взрывом. На многих рудниках разубоживание руды закладочным материалом приводит к резкому ухудшению извлечения металлов при обогащении. Иногда ущерб от снижения извлечения при обогащении из-за разубоживания закладочным материалом может значительно превышать всю сумму затрат на закладку.

Напряженно-деформированное состояние массива горных пород в районе заложеной камеры формируются с учетом направления действия максимального и минимального напряжения. С другой стороны, во время ведения скважинной отбойки руды на контакте с закладкой, т. е. в контактируемой зоне руда – закладка, происходит действие волн напряжения возникающих при детонационном давлении, что разрушает как горный, так и закладочный массив.

В ближней зоне к закладочным массивам напряженно-деформированное состояние массива снижается, а при дальнейшем увеличении этого расстояния напряженно-деформированное состояние массива увеличивается и достигает максимальной величины, после чего снижается до напряженного состояния в естественном массиве, а затем в ближней зоне буровой выработки вновь возрастает.

Для исследования распределения напряжений вдоль скважины, расположенной в направлении действия суммарного напряжения было проведено компьютерное моделирование с использованием программы Examine2D (рисунок 5).

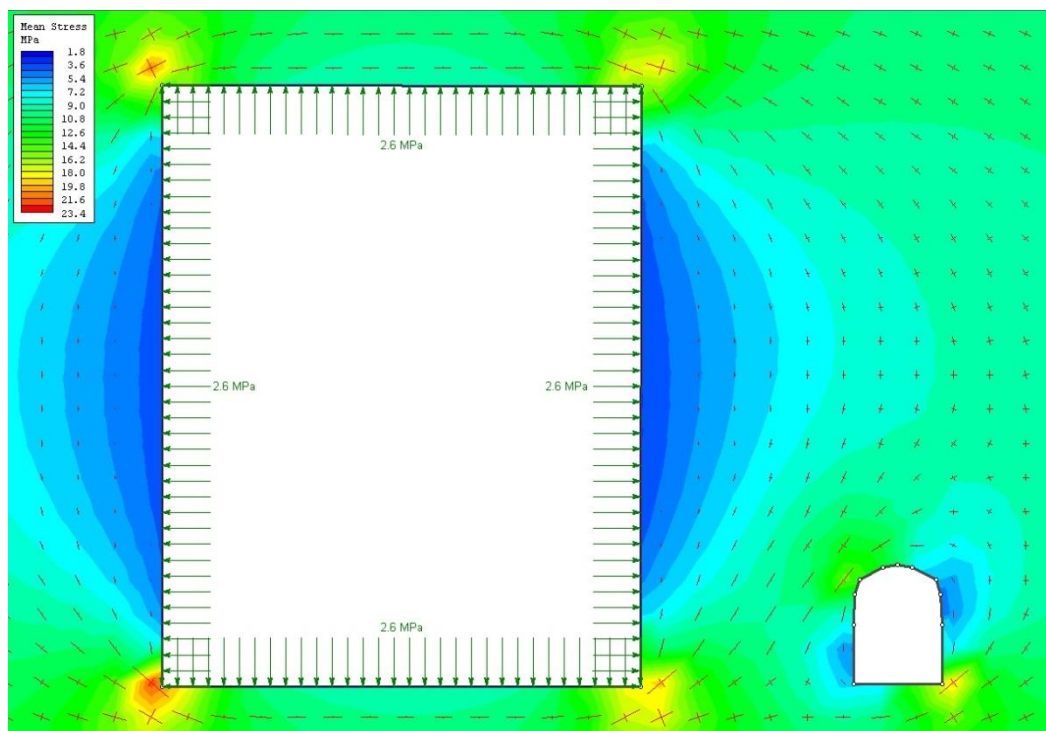


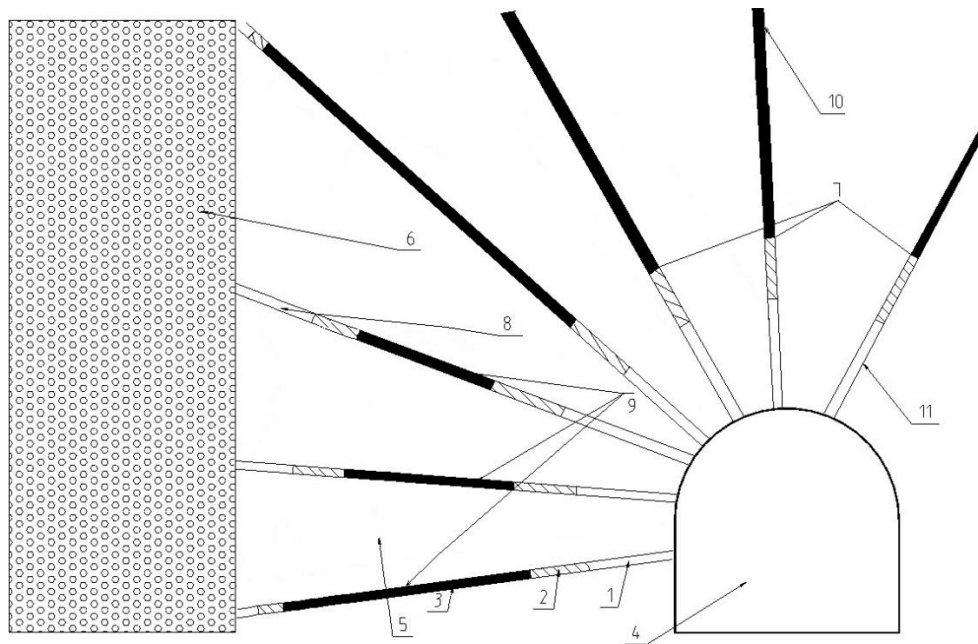
Рисунок 5 -Распределение напряжений вокруг заложенной камеры и буровой выработки

Для условий месторождения «Майкаин», на рисунке 5 приведены суммарные напряжения (с зоной разгрузки) для камер первой очереди после закладки. Как видно из рисунка, меньшие напряжения от выемки руды в камере первой очереди приходятся на середину камеры, а максимальные- к верхнему и нижнему углам камеры.

С учетом этого можно сделать вывод, что необходимые величины незаражаемой части некоторых веерных комплектов скважин в их донной части должны быть установлены с учетом длины зоны разгрузки.

В наиболее жестких условиях находится слой закладочного массива по его контакту с полезным ископаемым. В процессе выемки рудных запасов контактный слой выдерживает максимальные нагрузки от взрывов, а при его обнажении на поверхностный слой действует нагрузка от горного давления и давления со стороны закладочного массива. Воздействие взрывных волн проявляется в этих условиях в виде вывалов и обрушений бетонной закладки, что вызывает увеличение разубоживания руды и приводит к повышенной опасности горных работ.

На рисунке 6 представлена рекомендуемая схема расположения скважин и размещения в них ВВ.



1-зона разгрузки; 2 – зона концентрации напряжения; 3 – зона рудного массива; 4-буровая выработка; 5 – рудный массив; 6– закладочный массив; 7 – взрывные скважины, в рудном массиве; 8 – взрывная скважина, ориентированная в направлении действия σ_{\min} ; 9 – взрывные скважины, контактирующие с закладочным массивом; 10–величина недозаряда взрывных скважин в донной части; 11-величина недозаряда взрывных скважин в их устьевой части; σ_{\max} , σ_{\min} –соответственно, максимальные и минимальные главные напряжения

Рисунок 6 - Схема расположения скважин и размещение в них ВВ

По полученным результатам был построен график, представленный на рисунке 7.

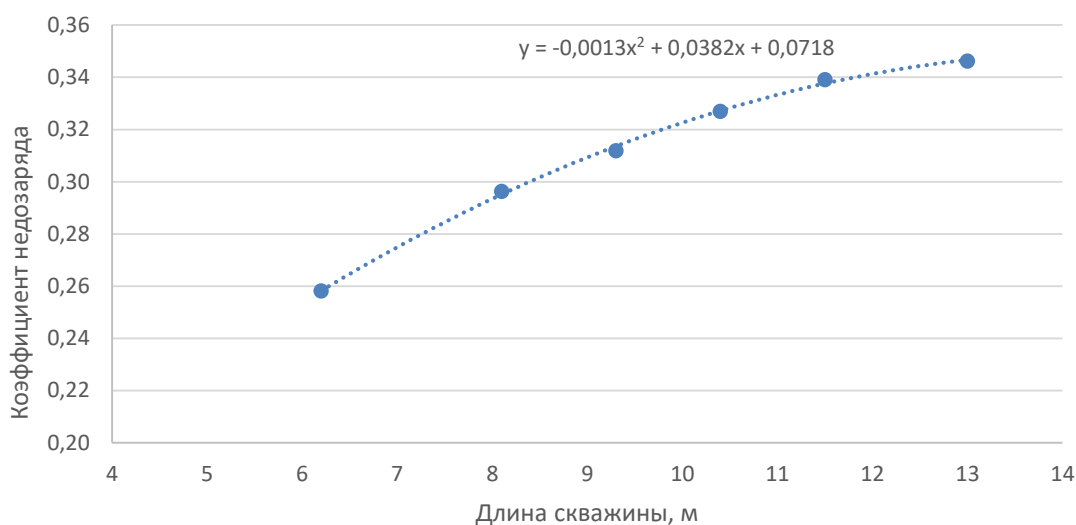


Рисунок 7 - Зависимость коэффициента недозаряда скважин со стороны закладочного массива от длины скважины

Статистическая обработка данных экспериментов позволила получить зависимость величины коэффициента недозаряда от длины скважины

$$K_{нед} = -0.0013 \times L_{скв}^2 + 0.04 \times L_{скв} + 0.07$$

($6 < L_{скв} < 13$)

где $L_{скв}$ – длина скважины в метрах, $K_{нед}$ – суммарный коэффициент недозаряда.

Эту технологию необходимо выполнить в следующей последовательности.

Используя исходные данные, а именно физико-механические свойства руды и вмещающих пород, глубину разработки, параметры камеры и буровой выработки рассчитываются суммарные напряжения на контакте соседних камер. Суммарные напряжения и параметры камер и буровой выработки заносятся с учетом масштаба. С учетом того, что интенсивная зона разгрузки составляет 0,2-0,25 от величины нормального напряжения, определяется величина недозаряда скважин в их донной части.

Таким образом, определение величины заряда с учетом напряженно-деформированного состояния массива позволяет снизить удельный расход ВВ и разубоживание руды закладочным материалом.

Ожидаемая экономическая эффективность от использования предложенных технологии рассчитывается с учетом снижения разубоживания руды закладочной смесью от взрывных работ на контакте с закладкой, уменьшения количества цемента при использовании добавки ПАВ и снижения водосодержания смеси, дополнительных затрат на приобретение добавки и составляет 29,8 млн тенге на годовой объем добычи.

В работе дано решение актуальной проблемы отработки подкарьерных и прибортовых запасов руды при комбинированной разработке месторождений полезных ископаемых.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующее заключение.

1. Проведенный анализ мирового опыта выемки подкарьерных и прибортовых запасов руды позволяет сделать вывод о том, что для условий Майкаинского рудника эффективным способом отработки руды, находящейся под дном карьера и в его бортах целесообразно применить этажно-камерную систему разработки с твердеющей закладкой выработанного пространства и стадийной выемкой.

2. Установлена рациональная прочность закладки с учетом стадийности выемки камер. Необходимая прочность искусственного массива при разработке Майкаинского месторождения составляет:

- для закладки камер I очереди – 2,6 МПа;
- для закладки камер II очереди – 3,0 МПа;
- для закладки камер III очереди – 4,25 МПа.

3. Прочность искусственного закладочного массива должна удовлетворять условию устойчивости вертикальных обнажений с учетом

стадийности выемки камер. Например, с изменением высоты обнажения от 5 м до 40 м, прочность закладочного массива изменяется от 1,2 МПа до 4,0 МПа.

4. Для получения закладочных смесей, обеспечивающих необходимую подвижность и прочность закладочного массива для условий рудника Майкаин, с целью снижения затрат в качестве заполнителя целесообразно использовать местные флотационные хвосты из хвостохранилища и отсева дробильно-сортировочной фабрики, а в качестве вяжущего – смесь портландцемента с известью.

5. Установлено, что добавка в закладочную смесь поверхностно-активного вещества PozzolithMR 55 в дозировке 1,0 л/м³ закладочной смеси, улучшает ее подвижность на 20% и способствует повышению прочности на 12-15%.

6. Разработана методика и предложены рациональные составы закладочных смесей для закладки камер при выемке подкарьерных и прибортовых запасов Майкаинского рудника, обеспечивающих безопасную и экономически целесообразную технологию горных работ.

7. Предложена технология отбойки руды на контакте с закладочным массивом, с учетом зоны разгрузки. При этом величину незаражаемой части верных комплектов скважин в их донной части со стороны закладочного массива необходимо принимать равной длине зоны разгрузки. При длине скважины от 6 м до 13 м, величину недозаряда со стороны закладочного массива необходимо принимать равной от 0,4 м до 1,0 м.

8. Расчетный экономический эффект от предлагаемых технологических и технических решений составляет 29,8 млн. тенге на годовой объем добычи.

Основные результаты исследований по диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Крупник Л.А., Юсупов Х.А., Абен Х.Х. Рынок золота: состояние и перспективы, Горный журнал Казахстана, 2016, №1, с.5-9.

2. Абен Х.Х. Формирование закладочного материала с учетом изменения его свойств, Международная конференция «Инновационное развитие горнодобывающей отрасли», Кривой Рог, 2016, с.101.

3. Крупник Л.А., Абен Х.Х. Технология обработки подкарьерных и прибортовых запасов месторождения Майкаин «В», Сборник материалов Международных XV Байконуровских чтений, Жезказган, 2015, с.53-55.

4. Абен Х.Х., Юсупова Б.Р. Нормативная прочность закладочного массива для условий рудника «Майкаин», Труды Международных Сатпаевских чтений, Алматы, 2017, с.496-500.

5. Aben Kh. Effect of chemical additives-plasticizers on the properties of backfill, Горный журнал Казахстана, 2018, №2, с.14-16.

6. Битимбаев М. Ж., Крупник Л. А., Абен Х.Х., Абен Е. Х., Подбор состава закладочной смеси при обработке подкарьерных запасов, Горный журнал (Scopus), Москва, 2017, №2, с.57-61.

7. Крупник Л.А., Абен Х.Х., Мырзахметов С.С., Юсупова Б.Р. Отбойка руды на контакте с закладкой при разработке подкарьерных запасов, Взрывное дело, ИПКОН РАН, Москва, 2017, с.205-213.

8. Aben Kh., Krupnik L.A., Shaposhnik Y.N. Technology of blasting at the contact with backfilled stopes, Горный журнал Казахстана, 2017, №11, с.4-5.