

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D070700 - "Горное дело "

Шампикова Асель Хаиржановна

ОБОСНОВАНИЕ РЕСУРСОБСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ РУДНЫХ БЛОКОВ НА КАРЬЕРАХ

Актуальность темы исследования. Большинство разрабатываемых и планируемых к вводу в эксплуатацию месторождений руд цветных металлов Казахстана представлено скальными породами и имеет сложное геолого-морфологическое строение. Они характеризуются неравномерностью оруденения, наличием различных по объему и конфигурации рудных тел. Границы между рудными телами и вмещающими породами визуально неразличимы. Для эффективного освоения сложноструктурных месторождений, необходимо иметь достаточную информацию о взаимном расположении рудных тел и вмещающих пород в массиве.

При разработке сложноструктурных блоков существенное влияние на формирование качества отгружаемых руд оказывают буровзрывные и выемочно-погрузочные работы. При ведении взрывных работ происходит трансформация рудных тел и вмещающих пород по объему и взаимному расположению, а при экскавации руда нередко разубоживается, или зачастую отгружается в породные отвалы. Существующие методы селективной отбойки и выемки руды из сложноструктурных блоков не всегда дают желаемые результаты.

В связи с этим большое значение приобретают работы, направленные на обеспечение стабильного качества руд, повышение полноты извлечения запасов полезных ископаемых из недр, вовлечение в разработку руд с различным содержанием ценных компонентов.

Эффективное ведение добычных работ и рациональное использование минеральных ресурсов должно основываться на установлении закономерностей размещения полезных ископаемых в массиве и развале, измерении показателей их качества, оперативном управлении процессами взрывания и экскавации сложных забоев, обеспечивающих стабильное качество добываемой руды. Особую роль приобретает целенаправленное размещение рудных тел в развале, позволяющие вести выемочно-погрузочные работы с наименьшими потерями и разубоживанием руды.

Поэтому разработка ресурсосберегающих технологий отработки сложноструктурных блоков на основе их типизации по характеру взаимного размещения руд и пустых пород, прогнозировании их горно-технологических

характеристик в развале является актуальной и важной научно-технической задачей.

Целью диссертационной работы является обоснование ресурсосберегающих технологий обработки сложноструктурных блоков на карьерах, обеспечивающих существенное снижение количественных и качественных потерь на основе установленных закономерностей размещения полезных ископаемых в развале.

Идея работы заключается в прогнозировании размещения разнородных пород различной конфигурации и размеров в развале взорванной горной массы и его использование для выбора ресурсосберегающих технологий обработки сложноструктурных блоков при различных условиях взрывания.

Основные задачи исследований.

1. Совершенствование типизации сложноструктурных блоков разрабатываемых месторождений, установление их горно-технологических характеристик.
2. Геометрическое моделирование размещения разнородных пород в развале при различных способах взрывания сложноструктурных блоков различной конфигурации.
3. Создание методики определения внутренней структуры развала пород при различных условиях взрывания сложноструктурных блоков.
4. Разработка рекомендаций по минимизации количественных и качественных потерь при разработке сложноструктурных блоков.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Размещение разнородных пород сложноструктурных блоков в развале при различных условиях взрывания подчиняется определенной закономерности, суть которой раскрывается геометрическим моделированием сложно-структурного блока в массиве и развале.
2. Прогнозирование размещения разнородных пород сложно-структурных блоков в развале позволяет установить их горно-технологические характеристики во взорванной горной массе.
3. Использование разработанной методики определения местоположения отдельных частей сложноструктурных блоков во взорванной массе и рекомендуемые схемы обработки сложноструктурных блоков позволят значительно снизить количественные и качественные потери полезного ископаемого при открытой разработке сложноструктурных месторождений.

Научная новизна

- предложены новые понятия во взрывном и горном деле: координатная сетка взрываемого блока, координатная сетка взорванного блока, которые служат инструментом для определения положения различных элементов взрываемого блока в массиве пород и развале взорванной горной массы.
- установлены закономерности изменения коэффициентов разрыхления пород в соответствующих горизонтальных и наклонных слоях взорванного блока при различных способах взрывания.

- с использованием упомянутых координатных сеток разработана методика определения места расположения различных элементов уступа в развале при различных способах взрывания.

- на основе установленных закономерностей размещения разнородных пород сложноструктурных блоков в развале обоснованы рекомендации по выбору ресурсосберегающих технологии отработки сложноструктурных блоков на карьерах, предопределяющих эффективную работу выемочно-погрузочного оборудования.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в диссертационной работе был использован комплекс методов, включающий: методы анализа и обобщения теоретических и экспериментальных исследований; аналитические и экспериментальные методы, геометрическое и компьютерное моделирование внутренней структуры развала.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается анализом и обобщением литературных источников по теме диссертации, геометрическим моделированием с использованием компьютерных программ, использованием предложенных методик определения внутренней структуры развала и снижения количественных и качественных потерь полезного ископаемого при открытой разработке сложноструктурных месторождений.

Научное значение работы: на основе проведенных исследований установлены закономерности размещения отдельных частей уступа взрываемого блока в развале при различных способах взрывания массива пород; предложены новые понятия во взрывном деле: «координатная сетка взрываемого блока», «координатная сетка взорванного блока». Установлены места расположения фиксированных элементов взрываемого блока в развале взорванных пород. Разработана методика снижения количественных и качественных потерь руды при отработке сложно-структурных рудных блоков.

Практическая значимость. На основе разработанной методики определения конфигурации различных частей уступа в развале взорванных пород устанавливаются границы между отдельными включениями руд и пустых пород в развале взорванных пород, их геометрические характеристики при различных способах взрывания. Эти прогнозные оценки служат базой для снижения количественных и качественных потерь полезного ископаемого при открытой разработке сложноструктурных месторождений и повышения производительности горно-транспортного оборудования.

Реализация результатов работы. Они будут использованы в учебном процессе, в проектном деле и на горных предприятиях при отработке сложноструктурных блоков.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на международной научно-практической конференции "Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе их научное и кадровое сопровождение" (г.Алматы, 2014г.), на международном форуме "Инженерное образование и наука в XXIвеке: проблемы и

перспективы" (г.Алматы, 2014г.), на международной конференции "Ресурсовопроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр" (Москва-Бишкек, 2015 г.), The 15th International Conference on European Science and Technology (Munich, Germany, 2016)

Результаты разработок по управлению уровнем потерь и разубоживания руды апробированы на карьере Ушкатын – III Жайремского месторождения.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ. Из них одна в журнале, входящем в базу Scopus, 3- в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в области образования МОН РК, 1 в журнале рекомендованном ВАК РФ, 4 в материалах конференций.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 120 страниц, 7 таблиц, 56 рисунка и список литературы из 78 наименований.

Во введении дана общая характеристика работы. Сформулированы актуальность темы, цель и задачи исследования, изложены научные положения, выносимые на защиту и практическая значимость работы.

В первой главе проанализированы особенности геологического строения ряда сложноструктурных месторождений Казахстана.

Из приведенных геологических данных месторождений полезных ископаемых Казахстана видно, что большинство из них являются сложно структурными. Как показывает более тщательный анализ, в условиях открытой разработки месторождений сложноструктурные блоки по характеру расположения рудных образований в массиве и их геометрическим параметрам могут быть объединены в два типа, что обосновано Б.Р.Ракишевым:

I тип – блоки, сложенные из сплошных рудных тел различной формы и размеров с прямолинейными (рис.1.1а) или криволинейными (рис.1.1б) контактами с породными прослоями. Контактные линии простираются от одной границы блока до другой. Прямолинейные контакты образуют с горизонтом углы, изменяющиеся от 0 до π . Криволинейные контакты имеют любую пространственную ориентацию и расположение, но взаимно не пересекаются.

II тип – блоки, сложенные из рассредоточенных рудных включений в виде геометрических фигур различной формы и размеров (многоугольники, эллипсы и т.д.) с прямолинейными (рис.1.1в) или криволинейными (рис.1.1г) контактами с вмещающими породами. Контактные линии или полностью располагаются внутри блока, или частично пересекают границы блока.

Схемы на рис.1. представляют собой геометрические модели сложноструктурных блоков при однорядном, двухрядном и трехрядном расположении скважины на уступе.

На основе этих моделей можно вычислить горно-технологические показатели сложноструктурных блоков.

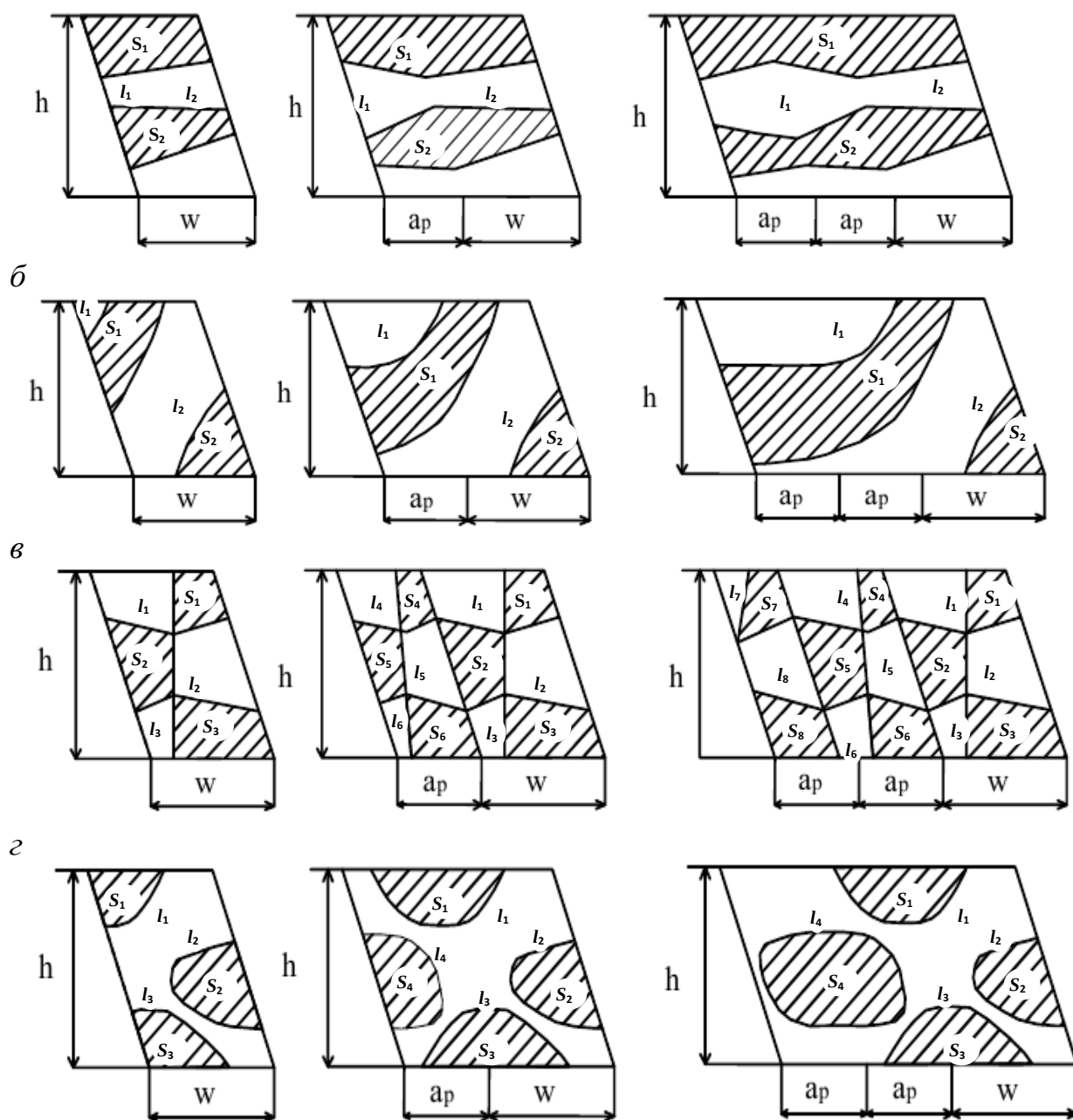


Рисунок 1 - Геометрические модели сложноструктурных блоков при однорядном (слева), двухрядном (посередине) и трехрядном расположении скважин (справа)

В качестве таких нами приняты сравнительно легко измеряемые величины:

- коэффициент рудонасыщенности блока;
- показатель сложности строения блока.

Известно, что блоки прежде всего характеризуются уровнем насыщенности их полезным ископаемым. Это свойство для рассматриваемого разреза блока в массиве может быть оценено коэффициентом рудонасыщенности блока ($k_{рн}$), вычисляемым по формуле

$$k_{pn} = \sum S_i / S_{\sigma} , \quad (1.1)$$

где S_i – площадь сечения i -го рудного включения на данном разрезе блока;
 S_{σ} – площадь рассматриваемого сечения сложноструктурного блока.

Число сечений зависит от протяженности сложноструктурного блока. Каждое сечение охватывает зону протяженностью равной, как правило, расстоянию между скважинами в ряду. Величины S_i легко вычисляются по выделенным разрезам на компьютере с использованием программы Автокад.

Соотношение между геометрическими размерами рудных включений и характеризует степень сложности структуры блока. Этот признак может быть оценен коэффициентом сложности геолого-морфологического строения блока k'_{cl} , определяемым для рассматриваемого разреза в зависимости:

$$k'_{cl} = \sum l_i / S_i \quad (1.2)$$

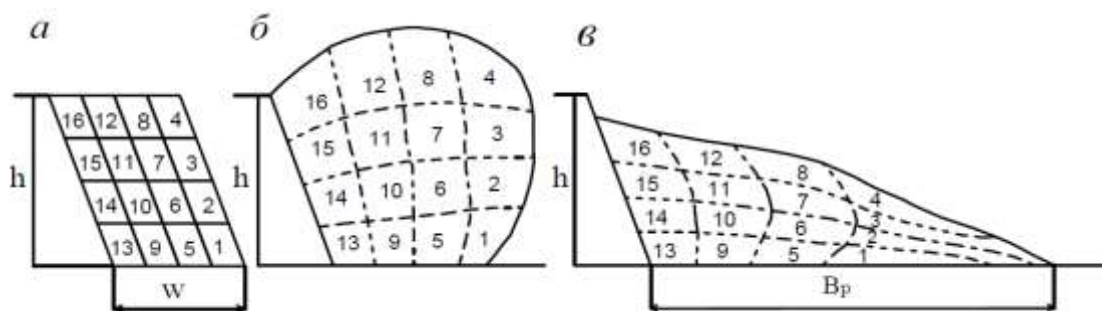
где l_i - длина контактных линий i -го рудного включения с вмещающими породами на данном разрезе; S_i - площадь сечения i -го рудного включения на данном разрезе блока в развале.

Проведенный анализ состояния ведения взрывных работ при разработке сложноструктурных блоков показывает, что возникает необходимость в выработке критериев строения сложноструктурных блоков во взорванном состоянии. Они должны отражать реальное размещение разнородных пород в развале и служить основой для выбора наиболее эффективных технологий буровзрывных и выемочно-погрузочных работ в заданных горно-геологических условиях, позволяющих существенно сократить количественные и качественные потери полезного ископаемого.

Во второй главе проведен критический анализ литературных источников по формированию развала взорванных пород. Ввиду актуальности рассматриваемой проблемы ей посвящены работы корифеев горной науки академиков Н.В. Мельникова, В.В. Ржевского, профессоров Е.Ф. Шешко, Б.П. Боголюбова, Б.П. Юматова, Е.Г. Баранова и др. Во многих работах большое внимание уделено размещению отдельных слоев руды в развале взорванных пород. Сделаны попытки теоретического определения размеров развала пород и прогнозирования внутренней структуры развала.

На основе работ академика Б.Р. Ракишева нами модернизированы схемы формирования внутренней структуры развала взорванных пород.

Из проведенного анализа следует, что местоположения, геометрические характеристики элементов взорванного блока в развале тесно взаимосвязаны с положением их оконтуривающих линий в развале взорванных пород.



а-в массиве, б-в инерциальном полете, в-в развале пород

Рисунок 2 - Схема размещения частей уступа при однорядном взрывании

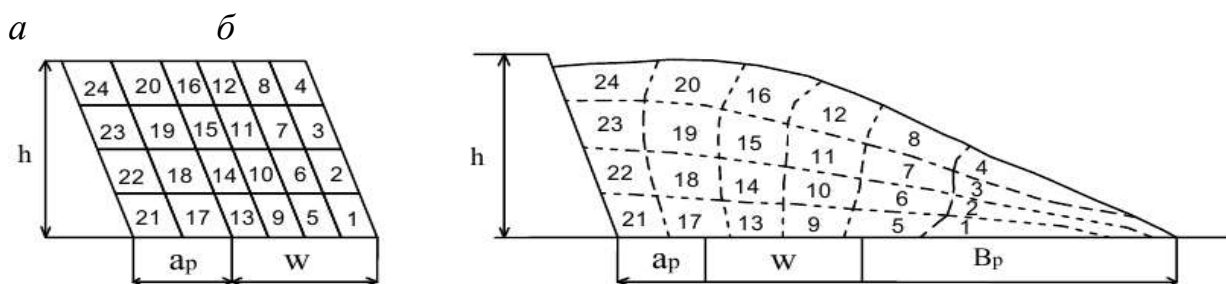
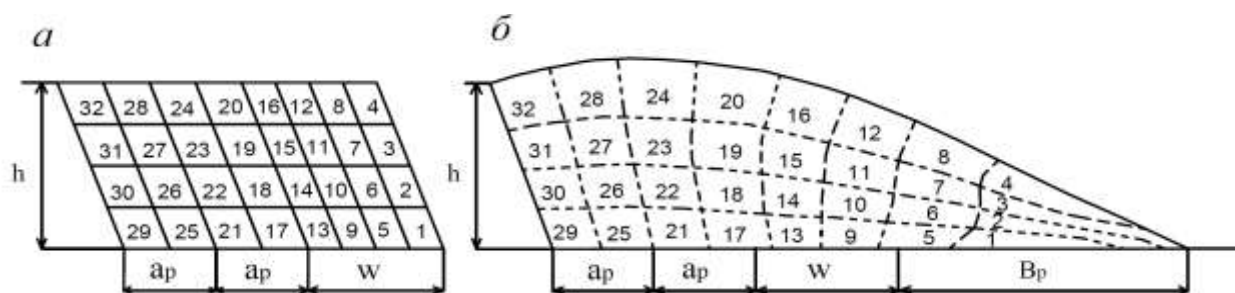
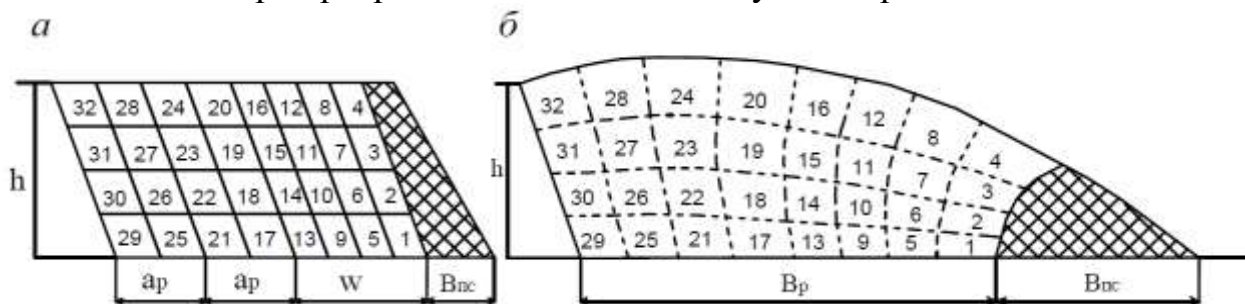


Рисунок 3 - Схема размещения частей уступа в массиве (а) и развале пород (б) при двухрядном КЗВ



(а-в массиве, б-в развале)

Рисунок 4 -Схема размещения частей уступа в массиве (а) и развале пород (б) при трехрядном КЗВ на свободную поверхность



а-в массиве, б-в развале

Рисунок 5 - Схема размещения частей уступа в массиве (а) и развале пород (б) при трехрядном КЗВ на подпорную стенку

Для выявления этих взаимосвязей совокупность взаимно пересекающихся горизонтальных и наклонных оконтуривающих линий частей (элементов) взрываемого блока массива (в разрезе) назовем координатной сеткой взрываемого блока. Совокупность взаимно пересекающихся деформированных горизонтальных и наклонных оконтуривающих линий частей уступа в развале назовем координатной сеткой развала или взорванного блока (в разрезе). Деформированные оконтуривающие линии в развале в общем случае имеют неправильную геометрическую форму, их длины и расстояния между ними различны (см.рис.2-5).

Совместное использование этих координатных сеток позволило установить места размещения частей уступа в массиве и развале пород при однорядном (рис.2), двухрядном (рис.3), трехрядном КЗВ на свободную поверхность (рис.4) и трехрядном КЗВ с подпорной стенкой (рис.5).

Для этого контуры рассматриваемых фигур в выбранном масштабе необходимо нанести на координатную сетку взрываемого блока, а по координатной сетке взорванного блока установить их деформированные контуры. Далее приступить к решению конкретных поставленных задач.

Определены геометрические характеристики элементов взрываемого блока: площади элементов взорванного блока, длины оконтуривающих горизонтальных и наклонных линий, коэффициенты разрыхления пород соответствующих элементов уступа в развале.

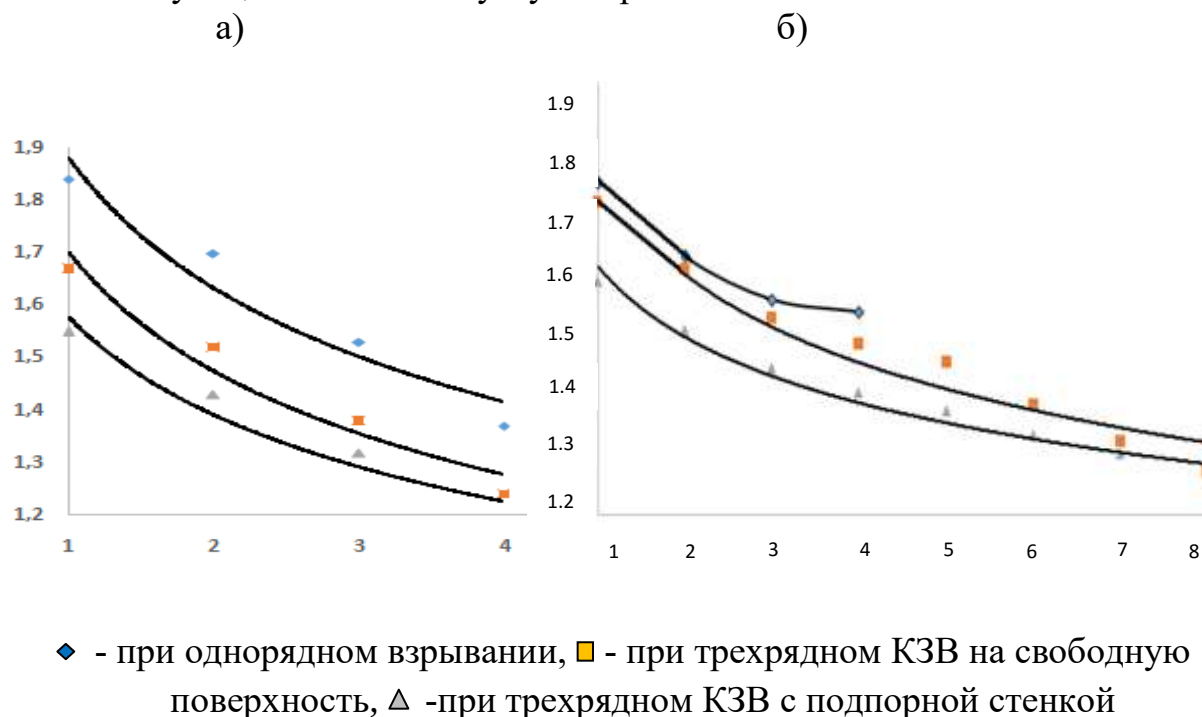
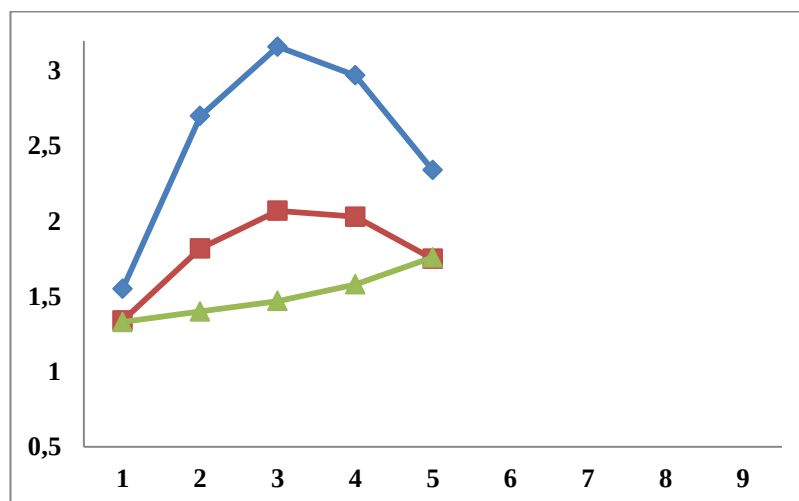


Рисунок 6 - Значения коэффициентов разрыхления пород в горизонтальных (а) и наклонных (б) слоях взорванного блока в развале

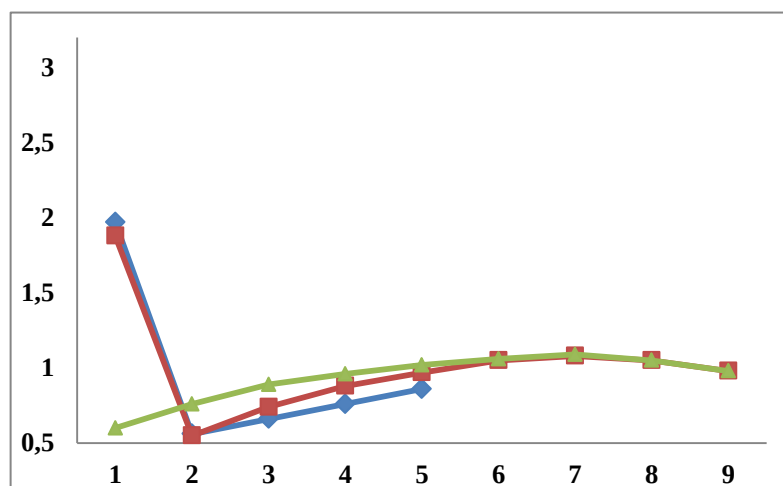
Зависимости коэффициентов разрыхления пород в соответствующих горизонтальных и наклонных слоях взорванного блока представлены на рис.6.

Здесь по оси абсцисс отложены номера слоев пород, по оси ординат – коэффициент разрыхления пород. Как видно из них, коэффициент разрыхления пород во всех случаях взрывания уменьшается во мере приближения рассматриваемого слоя к невзорванной части массива. Он достигает наибольшего значения при однорядном взрывании, наименьшего значения - при трехрядном КЗВ с подпорной стенкой.



- ◆ - при однорядном взрывании,
- - при трехрядном КЗВ на свободную поверхность,
- ▲ - при трехрядном КЗВ с подпорной стенкой

Рисунок 7 - Значения коэффициентов изменения длины оконтуривающих линий элементов уступа в развале горизонтальных слоев:



- ◆ - при однорядном взрывании,
- - при трехрядном КЗВ на свободную поверхность
- ▲ - при трехрядном КЗВ с подпорной стенкой

Рисунок 8 - Значения коэффициентов изменения длины оконтуривающих линий элементов уступа в развале наклонных (б) слоев:

Что касается наклонных оконтуривающих линий, то они за исключением откосной линии уступа, увеличиваются от слоя к слою. Графическое изображение коэффициентов удлинения оконтуривающих линий показано на рис.7 и рис.8. По оси абсцисс отложены номера соответствующих слоев пород, по оси ординат – коэффициент изменения оконтуривающих линий.

В третьей главе разработана методика определения размещения элементов сложноструктурных блоков первого и второго типа в развале взорванных пород. Она основана на использовании координатных сеток взрывааемого и взорванного блока. Методика дает хорошие результаты при контактных линиях различной кривизны и разнообразной формы рудных тел.

На основе предложенных моделей развала (см.рис.2-5) с использованием методики определения размещения элементов в развале промоделированы ожидаемые положения рудных тел после взрыва для принятых типов сложных блоков.

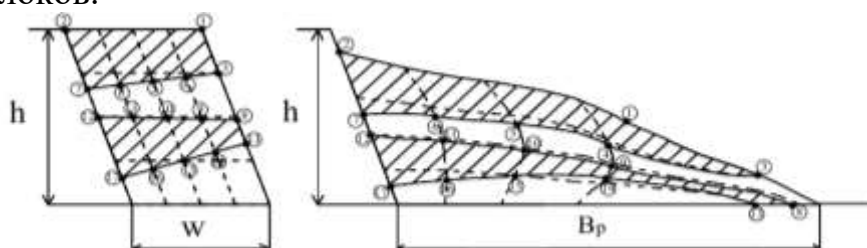


Рисунок 9 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «а» до и после взрыва при однорядном взрывании

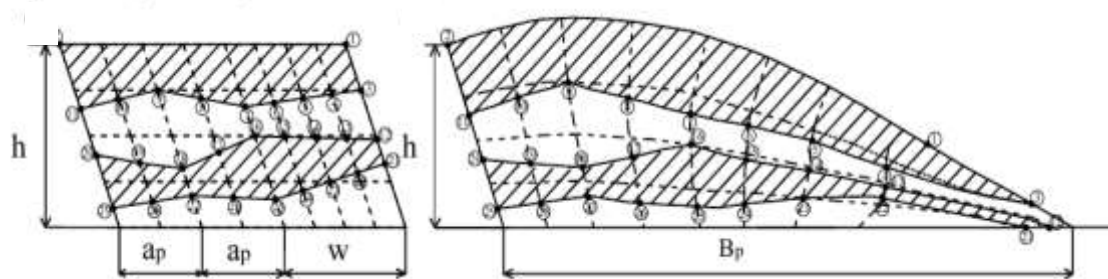


Рисунок 10 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «а» до и после взрыва при трехрядном КЗВна свободную поверхность

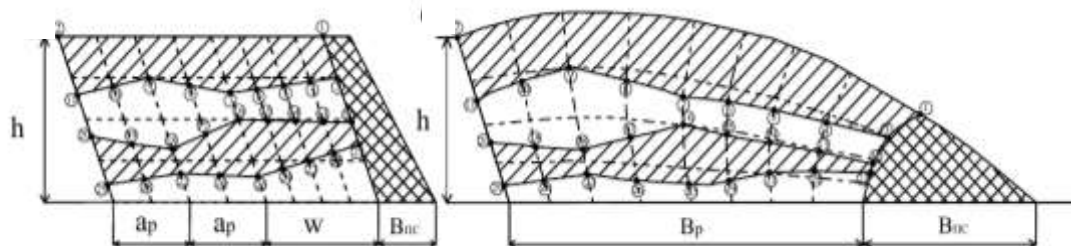


Рисунок 11 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «а» до и после взрыва при трехрядном КЗВс подпорной стенкой

В случае сложноструктурных блоков первого типа "а" с прямолинейными контактами схемы размещения рудных тел в развале, при

однорядном взрывании, при трехрядном КЗВ на свободную поверхность и с подпорной стенкой представлен на рис.9,10 и 11.

Положения фиксированных точек 1,2,.....,29 взрывааемых блоках во взорванном состоянии (в развале) определены по координатным сеткам взорванного блока путем соединения этих точек плавной кривой установлены положения рудных тел в развале горной массы.

В случае сложноструктурных блоков первого типа "б" с криволинейными контактами схемы размещения рудных тел в развале, при однорядном взрывании, при трехрядном КЗВ на свободную поверхность и с подпорной стенкой представлен на рис.12,13 и 14.

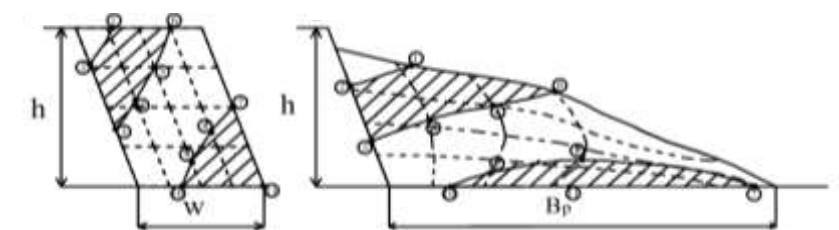


Рисунок 12 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «б» до и после взрыва при однорядном взрывании

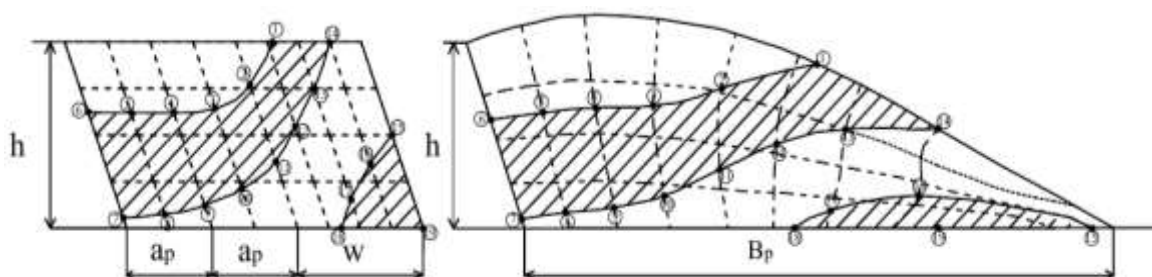


Рисунок 13 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «б» до и после взрыва при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

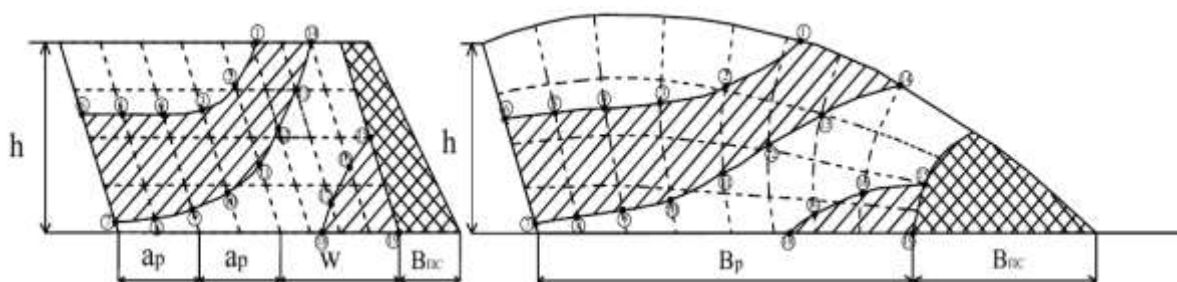


Рисунок 14 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «б» до и после взрыва при трехрядном КЗВ с подпорной стенкой

Положения фиксированных точек 1,2,.....,19 взрывааемых блоках во взорванном состоянии (в развале) определены по координатным сеткам взорванного блока путем соединения этих точек плавной кривой установлены положения рудных тел в развале горной массы.

В случае сложноструктурных блоков второго типа "в" с прямолинейными контактами схемы размещения рудных тел в развале, при однорядном взрывании, при трехрядном КЗВ на свободную поверхность и с подпорной стенкой представлен на рис.15,16 и 17.

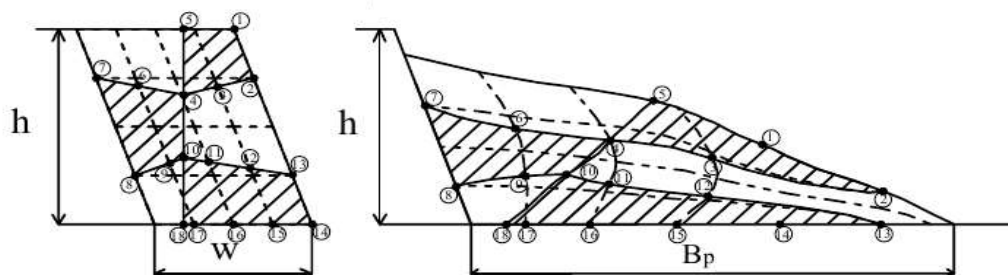


Рисунок 15 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «в» до и после взрыва при однорядном взрывании

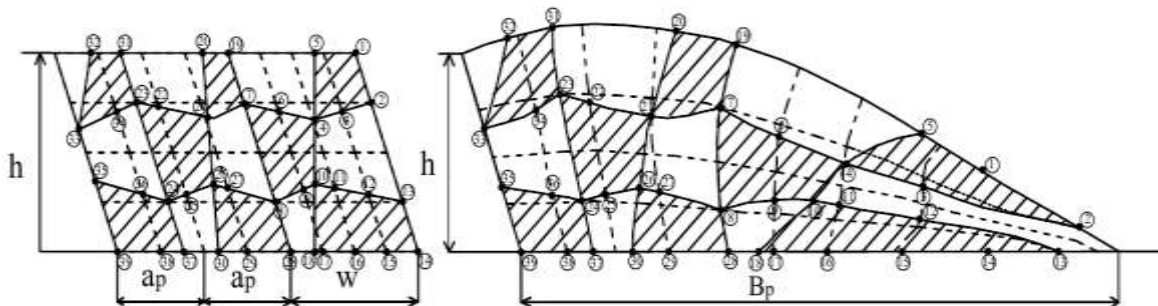


Рисунок 16 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «в» до и после взрыва при КЗВ на свободную поверхность

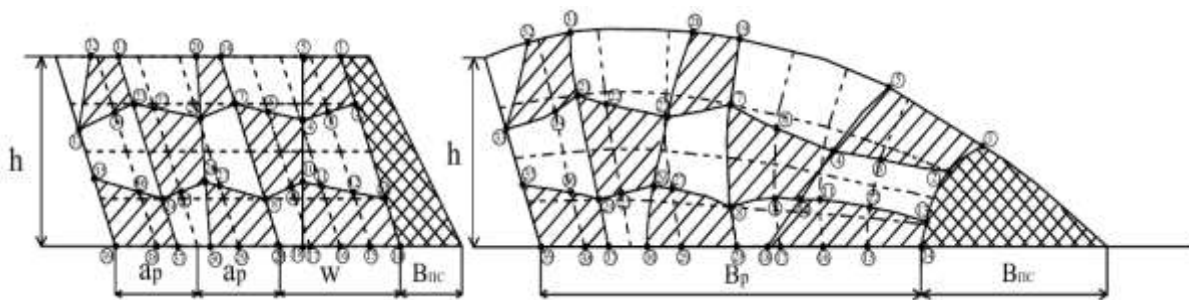


Рисунок 17 - Геометрическая модель сложно-структурного блока «в» до и после взрыва при КЗВ с подпорной стенкой

Положения фиксированных точек 1,2,.....,39 рудных тел и их положения во взорванном состоянии (в развале) найдены по описанной выше методике.

В случае сложноструктурных блоков второго типа "в" с криволинейными контактами схемы размещения рудных тел в развале, при однорядном взрывании, при трехрядном КЗВ на свободную поверхность и с подпорной стенкой представлен на рис.18,19 и 20.

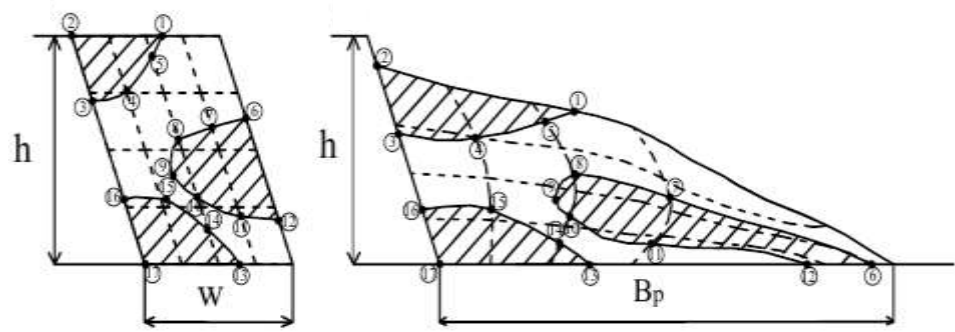


Рисунок 18 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «г» до и после взрыва при однорядном взрывании

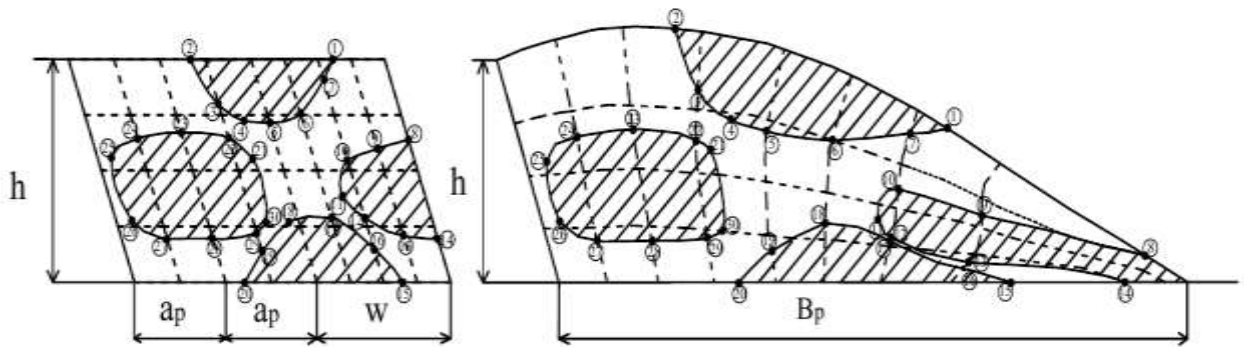


Рисунок 19 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «г» до и после взрыва при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

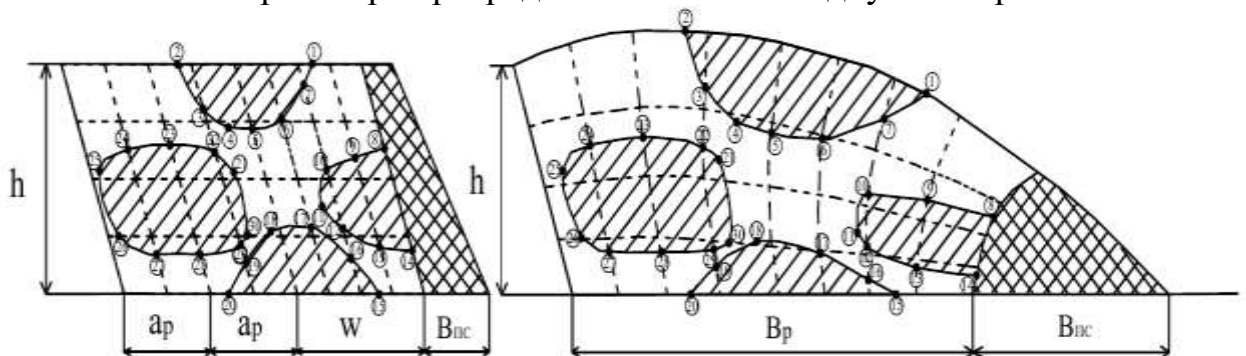


Рисунок 20 - Геометрическая модель сложноструктурного блока «г» до и после взрыва при трехрядном КЗВ с подпорной стенкой

Положения фиксированных точек 1,2,.....,25 рудных тел и их положения во взорванном состоянии (в развале) найдены по описанной выше методике.

Разработанная методика установления горно-геологических характеристик сложноструктурных блоков после взрыва она позволяет рассчитать площади отдельных элементов блока и длины оконтуривающих линий в развале взорванных пород с использованием программы Автокад. На их основе определяются коэффициент рудонасыщенности и показатель сложности строения блока после взрыва.

Таблица 1- Технологические характеристики сложноструктурных блоков в развале

Параметры	Блоки			
	а	б	в	г
При однорядном взрывании				
$S'_{\text{бл}}$	1893,44			
$S'_p (l'_p)$	695,157(162,1)	930,615(37,5)	756,249(86,17)	867,131(132,81)
l'_p / S'_p	0,23	0,04	0,11	0,15
$S'_1(l'_1)$	40,317	366,798	318,592	222,923
$S'_2(l'_2)$	654,84	300,520	437,657	388,194
$S'_3(l'_3)$		263,297		256,014
$k'_{\text{рн}}$	0,36	0,47	0,39	0,45
$k'_{\text{сл}}$	0,23	0,04	0,11	0,15
При трехрядном КЗВ на свободную поверхность				
$S'_{\text{бл}}$	4041,915			
$S'_p (l'_p)$	2507,6(265,25)	2136,66(115,49)	1923,35(146,85)	2011,69(292,02)
l'_p / S'_p	0,10	0,05	0,07	0,14
$S'_1(l'_1)$	898,93	393,269	323,4047	239,519
$S'_2(l'_2)$	1608,67	353,547	1599,955	674,183
$S'_3(l'_3)$		308,895		637,957
$S_4(l'_4)$		223,597		460,037
$S_5(l'_5)$		203,518		
$S_6(l'_6)$		234,772		
$S_7(l'_7)$		201,636		
$S_8(l'_8)$		217,412		
$k'_{\text{рн}}$	0,61	0,48	0,47	0,49
$k'_{\text{сл}}$	0,10	0,05	0,07	0,14
При трехрядном КЗВ с подпорной стенкой				
$S'_{\text{бл}}$	3824,052			
$S'_p (l'_p)$	2599,89(203,3)	2148,05(115,3)	1841,38(110,21)	1890,23(286,57)
l'_p / S'_p	0,07	0,05	0,06	0,15
$S'_1(l'_1)$	825,669	288,721	218,136	266,852
$S'_2(l'_2)$	1774,227	339,779	1623,249	672,043
$S'_3(l'_3)$		337,445		633,784
$S_4(l'_4)$		227,485		317,555
$S_5(l'_5)$		318,855		
$S_6(l'_6)$		218,620		
$S_7(l'_7)$		201,081		
$S_8(l'_8)$		216,067		
$k'_{\text{рн}}$	0,67	0,54	0,48	0,49
$k'_{\text{сл}}$	0,07	0,05	0,06	0,15

На этих схемах(см.рис.9-20) измерялись площади рассматриваемого сечения сложноструктурного блока в развале, площади сечения рудного включения на данном разрезе блока и длины контактных линий для каждого элемента.

Далее по найденным площадям и длинам вычисляем коэффициент рудонасыщенности блока ($k'_{рн}$) и показатель сложности строения блока ($k'_{сл}$).

Вычисленные таким образом значения $\sum S'_{бл}$ для каждого блока при однорядном, трехрядном КЗВ на сводную поверхность и на подпорную стенку приведены в табл.1.

Численные значения технологических характеристик строения сложноструктурных блоков в развале сведены в таблицу 1.

Из анализа данных табл. 1. видно, что рассматриваемые разнородные блоки всех типов представляются умеренно рудонасыщенными ($k'_{рн}=0,45-0,67$) и сложноструктурными ($k'_{сл}=0,05-0,23$).

Предлагаемый критерий сложности геолого-морфологического строения блока $k'_{сл}$ служит основанием для принятия решения о селективной выемке разнородных включений и назначения параметров, технологий буровзрывных работ и схем экскаваторной выемки руд из сложных блоков.

В четвертой главе в качестве характеристик отработки разнородных забоев предложены показатели: количественных ($\Phi_{п}$) и качественных потерь ($\Phi_{р}$)

Показатель потерь представляется отношением суммарной площадью рудных тел, попадающей в породу к площади рассматриваемого рудного тела. Он определяется из соотношения:

$$\Phi_{п} = \frac{\sum S'_{кн}}{\sum S'_{рj}}, \quad (1.3)$$

где $S'_{кн}$ - площадь k -го участка руды в развале, попадающая в породу; $S'_{рj}$ - площадь j -го вынимаемого рудного слоя из развала.

Показатель разубоживания представляется отношением суммарной площади пустых пород, попадающей в рудную массу к площади рассматриваемого рудного тела. Он определяется из соотношения:

$$\Phi_{р} = \frac{\sum S'_{кп}}{\sum S'_{рj}}, \quad (1.4)$$

где $S'_{кп}$ - площадь k -го участка породы в развале, попадающая в руду.

Значения $S'_{кн}$ и $S'_{кп}$ определяются для каждой экскаваторной заходки отдельно, только затем суммируются для блока в целом. При этом развалы пород разбиваются на экскаваторные заходки, ширина которой зависит от сложности структуры забоя. При анализе вопроса максимальное число заходов принято для блока «в» ($N=8$) при трехрядном взрывании, минимальное ($N=3$) –

при однорядном взрывании блоков. В свою очередь, экскаваторные ленты по высоте разбиваются на 2-4 слоя. Исходя из этих схем (в главе 4), измеряются площади S'_{kn} , S'_{kp} для каждой ячейки.

Для практической проверки пригодности предлагаемой методики определения потерь и разубоживания руды на карьере Ушкатын-III Жайремского ГОКа в породах III-IV категорий взрываемости было проведено три опытно-промышленных взрыва с общим объёмом горной массы 285 000 м³ на горизонтах +312-300, +324-312.

Взрыв № 1 проведена на горизонте +312-300 блока №4. Блок состоит из двух рассредоточенных рудных тел с криволинейными контурами. Горнотехнические характеристики блока в массиве и забое в масштабе $M_1=1:375$ (линейный), $M_2=1:140625$ (площадной) при трехрядном взрывании на свободную поверхность (см.рис 21): $h=15$ м, $a=7,5$ м, $W=11$ м, $S'_{ол}=1893,44$ мм², $S_1'=1754,88$ мм², $S_2'=700,75$ мм², $\sum S'=2455,63$ мм².

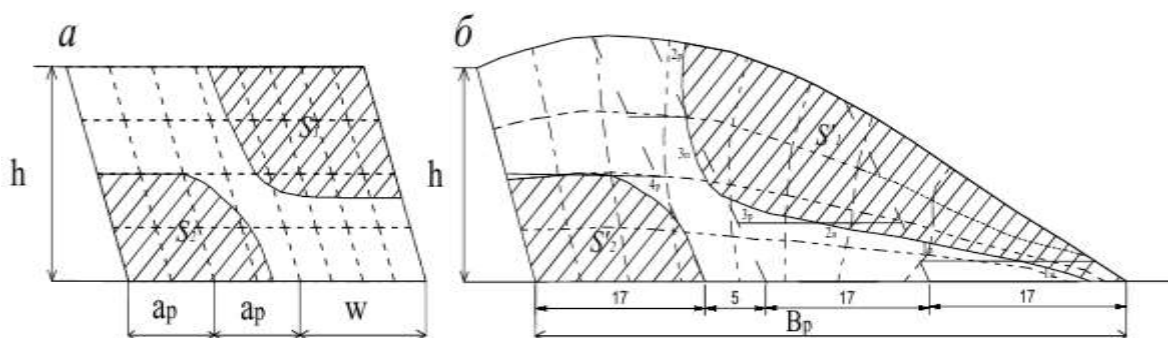


Рисунок 21 - Прогнозируемое расположение двух рудных тел в развале при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

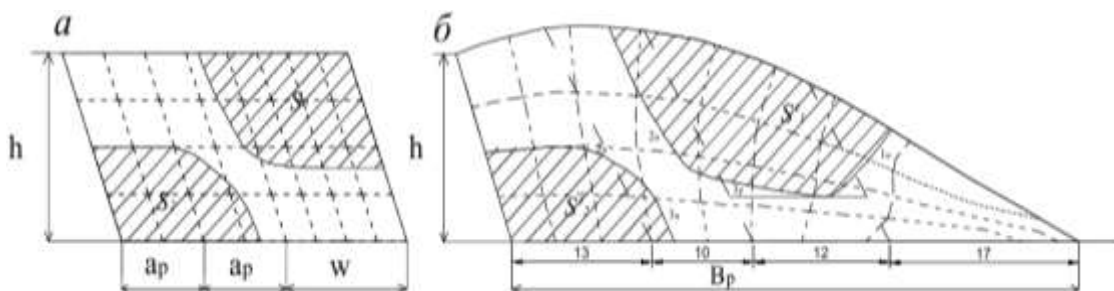


Рисунок 22 - Предполагаемое расположение двух рудных тел в развале при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

При прогнозируемом расположении рудных тел в развале забой предложено отработать четырьмя заходками шириной по 17,0 и 5м (см.рис 21), а при предполагаемом расположении рудных тел в развале забой предложено отработать четырьмя заходками шириной по 17,0, 13,0, 12,0 и 10,0 м (см.рис 22).

В целом по предложенной технологии отработки забоя по формулам (1.3) и (1.4) составляют $\sum S'_n = 82,05$ мм², разубоживающая масса - $\sum S'_p = 107,05$ мм².

Коэффициент потерь руды $\Phi_{\pi} = 0,03$, коэффициент разубоживания - $\Phi_p = 0,04$.

Как видно из сопоставления отгрузки руды из сложноструктурных забоев по предполагаемой технологии потери составили 3%, а при принятой технологии на руднике 6% т.е. сократились в два раза.

Взрыв № 2 проведена на горизонте +324-312. Блок представлен одним рудным телом с прямолинейными контактами. Горнотехнические характеристики блока в массиве и забое в масштабе $M_1=1:375$ (линейный), $M_2=1:140625$ (площадной) при трехрядном взрывании на свободную поверхность (см. рис. 23): $h=15\text{м}$, $a=7,5\text{м}$, $W=11\text{м}$, $S'_{\text{бл}} = 1893,44\text{мм}^2$, $S_1' = 1754,10\text{мм}^2$, $\sum S' = 1754,10\text{мм}^2$.

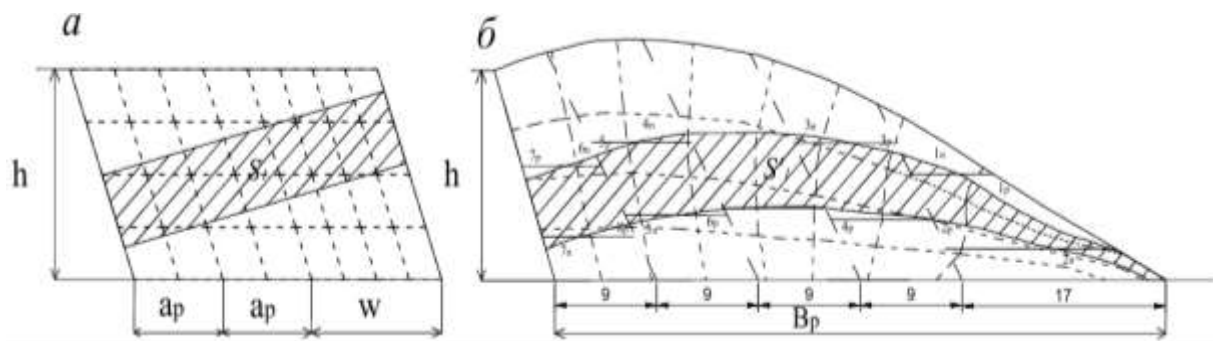


Рисунок 23 - Прогнозируемое расположение рудного тела в развале при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

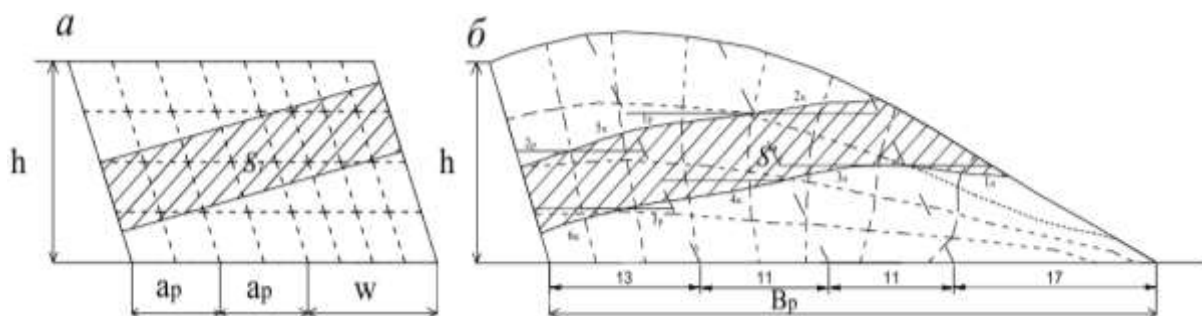


Рисунок 24 - Предполагаемое расположение рудного тела в развале при трехрядном КЗВ на свободную поверхность

При прогнозируемом расположении рудных тел в развале забой предложено отработать пятью заходками шириной по 17 и 9 м (см.рис 23), а при предполагаемом расположении рудных тел в развале забой предложено отработать четырьмя заходками шириной по 17,0, 13,0, и 11,0 м(см.рис 24)

В целом по предложенной технологии отработки забоя по формулам (1.5) и (1.6) общие потери составляют $\sum S'_{\pi} = 90,58\text{мм}^2$, разубоживающая масса $\sum S'_{\text{р}} = 252,37\text{мм}^2$. Коэффициент потерь руды $\Phi_{\pi} = 0,03$, коэффициент разубоживания - $\Phi_p = 0,15$. Как видно из сопоставления отгрузки руды из сложноструктурных забоев по предполагаемой технологии потери составили 3%, а при принятой технологии на руднике 6% т.е. сократились в два раза

Заключение

В диссертационной работе содержатся новые научно обоснованные результаты по определению размещения разнородных пород в развале взорванной горной массы. Они позволяют целенаправленно управлять горно-технологическими характеристиками ресурсосберегающих сложноструктурных блоков в развале и снижением количественных и качественных потерь руды сложноструктурных месторождений.

Выполненные исследования позволили прийти к следующим выводам:

1. Проанализированы особенности геологического строения ряда сложноструктурных месторождений Казахстана. На основе проведенного анализа выполнены типизация сложноструктурных блоков и определены их горно-технологические характеристики.

2. Предложены геометрические модели сложноструктурных блоков при однорядном, трехрядном КЗВ на свободную поверхность и трехрядном КЗВ с подпорной стенкой.

3. Впервые в горной науке введены понятия «координатная сетка взрываемого блока», «координатная сетка взорванного блока». Совместное использование этих координатных сеток позволило установить места размещения частей уступа в массиве и развале пород при однорядном, двухрядном, трехрядном и четырехрядном КЗВ.

4. На основе координатных сеток взрываемого и взорванного блока разработана методика определения размещения элементов сложноструктурных блоков в развале взорванной горной массы. Методика дает хорошие результаты при контактных линиях различной кривизны и разнообразной формы.

5. Определены геометрические характеристики элементов взорванного блока: площади фиксированных элементов взорванного блока, длины оконтуривающих горизонтальных и наклонных линий, коэффициенты разрыхления пород соответствующих элементу уступа в развале с использованием программы Автокад.

6. Указанные методики положены в основу прогнозирования размещения разнородных пород в развале и управления количественными и качественными потерями при разработке сложноструктурных месторождений за счет соответствующих ресурсосберегающих технологий отработки таких блоков.

7. Результаты разработок по управлению потерь апробированы на карьере Ушкатын – III Жайремского месторождения. Приведен экономический эффект внедрения. Общий экономический эффект от использования новых технологий отработки сложноструктурных блоков месторождения Ушкатын - III Жайремского ГОКа составил 15 228 000 тенге.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Шампикова А.Х. Экономическая оценка эффективности применения минерального сырья. Сборник трудов МНПК «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое сопровождение». 18-19 марта 2014 г. – Алматы, 2014. - С. 294-298.
2. Шампикова А.Х. Применение редкоземельных металлов в высокотехнологических отраслях. Международный форум «Инженерное образование и наука в XXI веке: проблемы и перспективы», посвященный 80-летию КазНТУ имени К.И.Сатпаева. Алматы, 2014. –С. 320-324
3. Шампикова А.Х., К.Сейтулы. Ашық тау-кен жұмыстарының даму ірдістері. Горный журнал Казахстана, №9. Алматы, 2014. –С. 18-20
4. Ракишев. Б.Р., Шампикова А.Х. Конфигурация различных частей уступа в развале взорванных пород. Вестник КазНТУ, №4. Алматы, 2015. – С. 450-455.
5. Ракишев. Б.Р., Шампикова А.Х., Казангапов А.Е. Прогнозирование конфигурации различных по форме тел в развале взорванных пород. XIV Международная конференция «Ресурсовопроизводящие малоотходные и природоохранные технологии освоения недр», Москва-Бишкек, 2015.-С. 111-113.
6. Ракишев. Б.Р., Шампикова А.Х., Казангапов А.Е. Размещение зон мелкого, среднего и крупного дробления в развале пород. Взрывное дело №114/71. Москва, 2015.-С.45-56.
7. Rakishev B.R., Shampikova A.Kh., Kazangapov A.E. The reason for choosing practical schemes of selective ore mining from complex structured blocks. International Conference on European Science and Technology, Munich, Germany 2016.-p.72-77.
8. Rakishev B.R., Shampikova A.Kh., Kazangapov A.E. Geometric features of different parts lost in the collapse of the blasted rock. International Journal of Applied Engineering Research. Volume 11, Number 21, 2016. p. 10447-1045 (Scopus)

