

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ  
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

---

*На правах рукописи*  
УДК 622.2:622.271.(235)

**АБДУВОХИДОВ ШОХРУХ АБДУРАХМОНОВИЧ**

**Разработка технологии комбинированной разработки месторождений  
полезных ископаемых на глубоких карьерах**

5А 311601 – «Разработка месторождений полезных ископаемых  
(подземным способом)»

Диссертация  
на соискание академической степени  
магистра

Научный руководитель:  
д.т.н., проф. **Норов Ю.Д.**

**НАВОЙ – 2016**

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
НАВОИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ

Горный факультет  
Кафедра «Горное дело»

2014-2016 учебный год

Магистрант: Абдувохидов Ш.А.  
Научный руководитель: д.т.н., проф.  
Норов Ю.Д.  
Специальность: 5А 311601 –  
«Разработка месторождений  
полезных ископаемых  
(подземным способом)»

### **АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

**Актуальность работы.** С увеличением глубины разработка рудных месторождений открытым способом и совмещения подземного способа, усложняются горно-геологические и горнотехнические условия работ, повышается обводненность и трещиноватость геоматериалов, увеличиваются объемы добычи разубоживающих горных пород, уменьшается ширина рабочих площадок уступов карьера, растет влияние глубины карьера на сопротивляемость руд взрывному разрушению и т.п.

В этих условиях значительно возрастают требования к технологии буровзрывных работ, применяемым взрывчатым веществам, сохранности рудовмещающих массивов и земной поверхности над ними, горных выработок карьера и подземного рудника при сейсмическом воздействии одновременно взрываемого большого количества взрывчатых веществ в карьере и на руднике.

Регламенты проектирования и производства взрывных работ на карьерах и подземных рудниках недостаточно полно учитывают совместное влияние глубины разработки и физико-механических характеристик массива горных пород на параметры отбойки, что снижает показатели взрывного разрушения и понижает устойчивость

рудовмещающего массива, расположенных в нем технологических объектов и земной поверхности.

Поэтому разработка комбинированной отработки месторождений полезных ископаемых на глубоких карьерах является весьма актуальной научной проблемой.

**Цель исследования** – повышения эффективности и безопасности ведения открытых горных работ в глубоких карьерах сложноструктурных месторождениях путем обоснования и разработки комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых.

**задачи исследования:**

– обзор опубликованных научно-технических данных по комбинированной технологии отработки рудных месторождений полезных ископаемых;

– прогнозирование возможности выхода воронок обрушения на земной поверхности;

– исследования способов проветривания при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых;

– разработка схем проветривания подземных горных выработок в районах аэродинамических связей с поверхностью;

– графоаналитический метод расчета совместной работы главных всасывающих и местных нагнетательных вентиляторов;

– разработка технологии ведения буровзрывных работ при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования является глубокий карьер и подземные горные выработки. Предмет исследования – комбинированная отработка месторождений полезных ископаемых.

**Методы исследований.** Магистерская диссертационная работа выполнена с применением комплексного метода исследований, включающего теоретическое обобщения, экспериментальные исследования в полигонных и

промышленных условиях с использованием математического и графоаналитического моделирования; изучением возможности выхода воронок обрушения на земную поверхность, разработка схем проветривания подземных горных выработок в районах аэродинамических связей с поверхностью, разработки технологии ведения буровзрывных работ при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых, а также математической статистики корреляционного анализа промышленных экспериментов.

**Научная новизна работы заключается в следующем:**

- высота свода естественного равновесия имеет параболическую форму при образовании воронки провала на поверхности. Установлено, что первоначально снизу происходит обрушение, затем в определенный момент, когда между поверхностью и вершиной свода обрушения остается потолочина, которая уже не в состоянии выдержать давления налегающей толщи пород, наступает разрыв сплошности потолочины и ее пролом;
- исследованиями установлен, радиус воронки обрушения прямо пропорционально зависит от пролета выпускного отверстия, высоты, точки определения радиуса и обратно пропорционально тангенсу угла между направлением площади скольжения и осью воронки;
- толщина искусственного барьерного целика, прямо пропорционально зависит от удельного веса материала искусственного целика, квадрату ширины камеры, коэффициента запаса и обратно пропорциональна пределу прочности образца материала искусственного целика при изгибе, коэффициента структурного ослабления и коэффициента учитывающий влияние времени на устойчивость обнаженной искусственной потолочины.

**Научная и практическая значимость результатов исследования:**

– графоаналитическим методом определена общая производительность вентиляторов и величина депрессии зависящей прямо

пропорционально аэродинамическому сопротивлению среды и квадрату расхода воздуха движущегося по выработке или фильтрующего через слой;

– для обеспечения безопасности работ при проведении массовых взрывов в районах комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых, необходимо применение следующих основных мер: обязательное объединение в один рудник открытых и подземных горных работ; составление на массовые взрывы общих документов при едином руководителе буровзрывных работ; определение зоны возможного проникновения ядовитых газов в шахту и разработка предупредительных мер, а также применение в трудно проветриваемых карьерах промышленных ВВ с нулевым кислородным балансом;

– исследованиями установлено, что применение локальных нагнетательных вентиляторов для подземных горных работ имеет ряд преимуществ перед общешахтными: экономичность – отсутствие работ по герметизации надшахтного здания, снижение суммарного потребления электроэнергии за счет меньшей мощности; высокая эффективность – уменьшаются потери напора в подводящих выработках, снижаются утечки и подсосы воздуха;

– время по обратному способу проветривания блоков после массовых взрывов зависит от количества взрываемого промышленного ВВ и объема отбиваемой горной массы. Использование основных откаточных выработок, обычно больших по сечению, чем вентиляционные, способствуют эффективному проветриванию блоков;

– установлено, что снижение влияния сейсмических волн на подземные выработки, на естественные и искусственные целики является вредным влиянием сейсмике массовых взрывов, которые характеризуются

скоростью колебания горного массива, зависящей от массы одновременно взрываемого заряда промышленных ВВ;

– исследованиями установлены, два оптимальных метода погашения пустот: обрушением потолочины и стенок буровзрывным способом, забутовка и засыпка пустот различными рудными и нерудными материалами. Погашение пустот разбуриванием потолочины с уступов карьера является наименее трудоемким способом по сравнению с другими;

– для безопасного производства буровзрывных работ при комбинированной технологии добычи полезных ископаемых необходимо соблюдать следующие условия: массовые взрывы в подземных горных выработках или карьере должны производиться в отсутствие людей в них; при одновременном производстве массовых взрывов в подземных выработках и на карьере должен назначаться единый ответственный руководитель буровзрывных работ; перед производством массовых взрывов в подземных горных выработках рассчитывают их сейсмическое воздействие и возможность выброса горной массы; при массовых взрывах в карьере следует применять диагональные схемы взрывания, скважинами диаметром менее 150 мм с замедлением 50-100 мс и рассчитывать одновременно взрываемую массу ВВ для определения сейсмического воздействия на целик между дном карьера и подземными горными выработками.

**Структура и объем диссертации.** Магистерская диссертация состоит из аннотации, введения, четырех глав и заключения, изложенных на 137 страницах, включая 35 рисунков, 2 таблиц, 32 наименований использованной литературы, а также приложения.

**Основные результаты выполненной работы, выводы и рекомендации.** В магистерской диссертации приведены теоретические и экспериментальные исследования по определению высоты свода

естественного равновесия, имеющий параболическую форму при образовании воронки провала на поверхности.

Исследованиями установлен, радиус воронки обрушения, который прямо пропорционально зависит от пролета выпускного отверстия, высоты, точки определения радиуса и обратно пропорционально тангенсу угла между направлением площади скольжения и осью воронки.

Исследованиями установлено, что применение локальных нагнетательных вентиляторов для подземных горных работ имеет ряд преимуществ перед общешахтными: экономичность – отсутствие работ по герметизации надшахтного здания, снижение суммарного потребления электроэнергии за счет меньшей мощности; высокая эффективность – уменьшаются потери напора в подводящих выработках, снижаются утечки и подсосы воздуха.

Графоаналитическим методом определена общая производительность вентиляторов и величина депрессии зависящей прямо пропорционально аэродинамическому сопротивлению среды и квадрату расхода воздуха движущегося по выработке или фильтрующего через слой.

Установлено, что снижение влияния сейсмических волн на подземные выработки, на естественные и искусственные целики является вредным влиянием сейсмичности массовых взрывов, которые характеризуются скоростью колебания горного массива, зависящей от массы одновременно взрываемого заряда промышленных ВВ.

Для безопасного производства буровзрывных работ при комбинированной технологии добычи полезных ископаемых необходимо соблюдать следующие условия: массовые взрывы в подземных горных выработках или карьере должны производиться в отсутствие людей в них; при одновременном производстве массовых взрывов в подземных выработках и на карьере должен назначаться единый ответственный

руководитель буровзрывных работ; перед производством массовых взрывов в подземных горных выработках рассчитывают их сейсмическое воздействие и возможность выброса горной массы; при массовых взрывах в карьере следует применять диагональные схемы взрывания, скважинами диаметром менее 150 мм с замедлением 50-100 мс и рассчитывать одновременно взрываемую массу ВВ для определения сейсмического воздействия на целик между дном карьера и подземными горными выработками.

**Научный руководитель:**

**д.т.н., проф. Норов.Ю.Д.**

**Магистрант**

**Абдувохидов Ш.А.**

**MINISTRY OF THE HIGHER AND SECONDARY VOCATIONAL  
EDUCATION OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN  
NAVOI STATE MINING INSTITUTE**

Mountain faculty  
Mining chair

Undergraduate: Abduvoxidov SH.A.  
Research supervisor: Dokt.Tech.Sci., Prof.  
Norov Y.D.

2014-2016 academic year

Specialty: 5A 311601 – "Development of  
mineral deposits (in the underground way)"

**SUMMARY OF THE MASTER THESIS**

**Relevance of the work .** With increasing depth development of mineral deposits by open way and to combine the underground method , complicated mining and geological and mining conditions of work , increasing water cut and fracture geomaterials , increased production volumes impoverishing rocks decreases the width of the working platforms ledges career, growing influence of the depth of the quarry on the resistance ore blasting destruction , etc.

Under these conditions, greatly increases the requirements for blasting technology applied explosives safety of ore-bearing tracts and the Earth's surface above them mining pit and underground mine under seismic impacts simultaneously blasted large amounts of explosives in the quarry and mine .

Regulations of design and production blasting in open pits and underground mines are not fully take into account the combined effect of the depth of exploitation and physical and mechanical characteristics of the rock mass on the parameters of breaking , which reduces the performance of explosive destruction and decreases resistance ore bearing array disposed therein technological objects and Earth's surface .

Therefore, the development of the combined mining of mineral deposits in deep pits is very urgent scientific challenge.

**The purpose of research** - increase the efficiency and safety of conducting open cast mining in deep pits fields through study and development of combined mining of mineral deposits .

### **Research problems:**

review of published scientific and technical data on the combined technology of ore mining of mineral deposits;

–the possibility of forecasting the output collapse craters on the Earth's surface;

–the study methods of ventilation when combined technologies mining of minerals;

–the development of ventilation schemes of underground mine workings in areas of aerodynamic relations with the surface;

–graphic-analytical method for the calculation of teamwork and local primary suction blowers;

–the development of technologies of drilling and blasting operations at the combined technology of mining of minerals.

**The object and subject of study .** The object of research is a deep pit and underground mining. Subject of research - the combined testing of mineral deposits.

**The Methods of the studies.** Master's thesis work is done using a complex method of research, including theoretical generalization, experimental studies in landfills and industrial environments with the use of mathematical and graphic-analytical modeling; studying the possibility of entering sinkholes collapsing on the Earth's surface, the development schemes of ventilation of underground mine workings in areas of aerodynamic relations with the surface, technology development conducting blasting when combined technologies mining of minerals, as well as mathematical statistics correlation analysis of industrial experiments

### **The scientific novelty of the work is as follows :**

- height of the arch of the natural balance has a parabolic shape in the formation of craters on the surface of the failure . It was found that the original bottom there is a collapse , then at some point , when between the surface and

the top of the arch collapse remains , which is no longer able to withstand the pressure of overlying strata of rocks comes tearing continuity and its breach ;

- Research has established a funnel radius of collapse directly proportional to the passage of the outlet, height, determining the radius point and inversely proportional to the tangent of the angle between the direction of the sliding area and the axis of the funnel;

- the thickness of the artificial barrier pillar, directly proportional to the specific gravity of the material of artificial pillar, square chamber width, safety factor and is inversely proportional to the tensile strength of the sample of artificial pillar material in bending, coefficient of structural weakening and the time factor takes into account the impact on the stability of the artificial nude.

#### **Scientific and practical value result studies:**

graphical-analytical method determined the total performance of the fan and the amount of depression depends directly proportional to the pressure drop on the environment and to the square of the moving air flow to develop or filtering through a layer ;

- to ensure the safety of operations during mass explosions in the areas of technology combined mining of mineral deposits, you must use the following key measures: compulsory union of one open pit and underground mining operations;

- drawing on the massive explosions of shared documents with a single head of drilling and blasting;

- determine the possible penetration of toxic gases in the mine area and the development of preventive measures, as well as applications in difficult-ventilated pits of industrial explosives with zero oxygen balance;

research found that the use of local blowers for underground mining has several advantages over :

economy - the lack of work on sealing the pithead , reducing the total energy consumption due to lower power ; high efficiency - reduced pressure loss in the connecting roadways , reduced leakage and air leaks ;

during the reverse method of ventilation units after massive explosions depends on the number of industrial explosives and blasted slugger volume of the rock mass . Using the main haulage workings , usually large in cross section than the air , contribute to effective ventilation units ;

–it established that reduce the impact of seismic waves in the underground workings on the natural and artificial pillars harmful influence of seismic mass explosions , which are characterized by speed fluctuations of the rock mass , depending on the weight of the explosive charge at a time of industrial explosives ;

–Research has established two best method of repayment of the voids : collapse and walls by drilling and blasting , backing and filling voids various metallic and nonmetallic materials. Redemption voids drilling with benches career is the least time-consuming way compared to others;

for safe drilling and blasting operations at the combined mining technology following conditions must be met : the massive explosions in underground mines or quarry must be carried out in the absence of people in them ; while the production of massive explosions in the underground mine and a career should be appointed by a single responsible manager of blasting ; before the production of mass explosions in underground mines–expect their seismic effect and the release of the rock mass ; during mass explosion in the quarry should be applied diagonal circuit blasting boreholes with a diameter of less than 150 mm with the slowdown of 50-100 ms and count at the same time an explosive mass of explosives to determine seismic impact on the pillar between the bottom of the quarry and underground mine workings

**The Structure and volume to thesis.** Master's thesis consists of a summary , an introduction, four chapters and conclusion contained in the 137 pages , including 35 figures , 2 tables , 32 items of literature , as well

**The main results of the work performed , the conclusions and recommendations .** In his master's thesis , the theoretical and experimental studies to determine the height of the arch of the natural balance, having a parabolic shape in the formation of craters on the surface of the failure .

Research has established radius collapse crater , which is directly proportional to the passage of the outlet , the height , the point of determining the radius and inversely proportional to the tangent of the angle between the direction of the slip area and funnel axis .

Research has shown that the use of local blowers for underground mining has several advantages over : economy - the lack of work on sealing the pithead , reducing the total energy consumption due to lower power ; high efficiency - reduced pressure loss in the connecting roadways , reduced leakage and air leakage .

Graphoanalytical determined by the overall performance of the fans and the amount of depression depends directly proportional to the pressure drop on the environment and to the square of the moving air flow to develop or filtering through the layer.

It was found that the decline in the influence of seismic waves in the underground workings on the natural and artificial pillars harmful influence of seismic mass explosions, which are characterized by speed fluctuations of the rock mass, depending on the weight of the explosive charge at a time of industrial explosives.

In order to secure the production of drilling and blasting operations at the combined mining technology following conditions must be met : the massive explosions in underground mines or quarry must be carried out in the absence of people in them ; while the production of massive explosions in the underground

mine and a career should be appointed by a single responsible manager of blasting ; before the production of mass explosions in underground mines count them

seismic effect and the release of the rock mass ; during mass explosion in the quarry should be applied diagonal blasting scheme , the borehole diameter of 150 mm with a slowing of 50-100 ms and count at the same time an explosive mass for determining the seismic effects on the pillar between the bottom of the quarry and underground mine workings .

**Research supervisor**

**Dokt.Tech.Sci.Prof.**

**Norov Y.D.**

**Undergraduate**

**Abduvohidov Sh.A.**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	17
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО СОВМЕСТНОЙ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ .....	24
1.1. Основные принципы классификации способов разработки месторождений полезных ископаемых.....	24
1.2. Классификация комбинированных способов разработки .....	27
1.3. Особенности ведения подземных горных работ при совместной разработке месторождений .....	30
1.4. Цель, задачи и методы исследования.....	36
2. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫХОДА ВОРОНОК ОБРУШЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ.....	38
2.1. Основные причины и закономерности сдвижения земной поверхности от ведения подземных горных работ.....	38
2.2. Расчет воронок обрушения и естественных потолочин при системах разработки с обрушением руды и вмещающих пород .....	40
2.3. Вторичные воронки обрушения, образующиеся в среде обрушенных, разрыхленных горных пород в массиве.....	56
2.4. Расчет опорных целиков в подземных горных выработках .....	61
2.5. Расчет безопасной мощности барьерного целика между карьером и подземными выработками .....	69
2.6. Система разработки нисходящими слоями с твердеющей закладкой.....	78
Основные выводы .....	83

3. ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБОВ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРИ СОВМЕЩЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ И ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ .....	85
3.1. Предотвращение проникновения ядовитых газов при совмещении подземных и открытых горных работ .....	85
3.2. Разработка схем проветривания подземных горных выработок в районах аэродинамических связей с поверхностью.....	94
3.3. Графоаналитический метод расчета совместной работы главных всасывающих и местных нагнетательных вентиляторов .....	105
3.4. Проветривание газообразных продуктов массовых взрывов районов с прямыми аэродинамическими связями с поверхностью ...	112
Основные выводы .....	117
4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕДЕНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.....	119
4.1. Исследование сейсмического воздействия массовых взрывов при совмещении открытых горных работ на подземные горные выработки и целики.....	119
4.2. Разработка методов буровзрывных работ в карьере для погашения пустот под уступами .....	123
4.3. Особенности производства буровзрывных работ при совместной разработке открытых и подземных горных работ.....	127
Основные выводы .....	129
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	131
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	134

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** С увеличением глубины разработка рудных месторождений открытым способом и совмещения подземного способа, усложняются горно-геологические и горнотехнические условия работ, повышается обводненность и трещиноватость геоматериалов, увеличиваются объемы добычи разубоживающих горных пород, уменьшается ширина рабочих площадок уступов карьера, растет влияние глубины карьера на сопротивляемость руд взрывному разрушению и т.п.

В этих условиях значительно возрастают требования к технологии буровзрывных работ, применяемым взрывчатым веществам, сохранности рудовмещающих массивов и земной поверхности над ними, горных выработок карьера и подземного рудника при сейсмическом воздействии одновременно взрываемого большого количества взрывчатых веществ в карьере и на руднике.

Регламенты проектирования и производства взрывных работ на карьерах и подземных рудниках недостаточно полно учитывают совместное влияние глубины разработки и физико-механических характеристик массива горных пород на параметры отбойки, что снижает показатели взрывного разрушения и понижает устойчивость рудовмещающего массива, расположенных в нем технологических объектов и земной поверхности.

Поэтому разработка комбинированной отработки месторождений полезных ископаемых на глубоких карьерах является весьма актуальной научной проблемой.

Степень изученности проблемы. При исследовании разработки комбинированной отработки месторождений полезных ископаемых на глубоких карьерах установлено, что радиус воронки обрушения прямо пропорционально зависит от пролета выпускного отверстия, высоты, точки определения радиуса и обратно пропорционально тангенсу угла между

направлением площади скольжения и осью воронки. Анализ выполненных исследований показал, что для обеспечения безопасности работ при проведении массовых взрывов в районах совмещения открытых и подземных работ необходимо применение ряда других мер: обязательное объединение в один рудник открытых и подземных горных работ, составление на массовые взрывы общих документов при едином руководителе, заведомое определение зоны возможного проникновения ядовитых газов в шахту и разработка соответствующих предупредительных мер, применение в трудно проветриваемых карьерах взрывчатых веществ с нулевым кислородным балансом.

Следует отметить, что в мировой горнорудной практике все чаще встречаются примеры отработки месторождений с применением одновременно открытого и подземного способа.

Большой объем исследований, по обобщению опыта комбинированной разработки и выбору рациональных схем ведения открытых и подземных работ в зонах взаимного влияния предложены авторами работ Арсентьева А.И., Бунина Ж.В., Денисова Е.М., Захваткина Б.Н., Ильина А.М., Карпова В.В., Куликова В.В., Полищука А.К., Скакуна Г.П., Шашурина С.Л., Щелканова В.А., Юматова Б.П и др.

Однако несмотря на большой объем выполненных исследований, практически полностью отсутствуют работы по методике комплексной оценки месторождений, отрабатываемых комбинированным способом. Кроме того, отсутствуют работы по комплексной оценке использования природных ресурсов месторождений, подлежащих комбинированной разработке, недостаточно освещены вопросы совместной разработки карьерных и шахтных полей с использованием подземных выработок .

Таким образом, разработка комбинированной отработки месторождений полезных ископаемых на глубоких карьерах является актуальной научной проблемой и имеет важное научное и практическое

значение для горной промышленности.

**Цель исследования** – повышения эффективности и безопасности ведения открытых горных работ в глубоких карьерах сложноструктурных месторождениях путем обоснования и разработки комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых.

**Задачи исследования:**

- обзор опубликованных научно-технических данных по комбинированной технологии отработки рудных месторождений полезных ископаемых;
- прогнозирование возможности выхода воронок обрушения на земной поверхности;
- исследования способов проветривания при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых;
- разработка схем проветривания подземных горных выработок в районах аэродинамических связей с поверхностью;
- графоаналитический метод расчета совместной работы главных всасывающих и местных нагнетательных вентиляторов;
- разработка технологии ведения буровзрывных работ при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования является глубокий карьер и подземные горные выработки. Предмет исследования – комбинированная отработка месторождений полезных ископаемых.

**Методы исследований.** Магистерская диссертационная работа выполнена с применением комплексного метода исследований, включающего теоретическое обобщения, экспериментальные исследования в полигонных и промышленных условиях с использованием математического и графоаналитического моделирования; изучением возможности выхода воронок обрушения на земную поверхность, разработка схем проветривания подземных горных выработок в районах аэродинамических

связей с поверхностью, разработки технологии ведения буровзрывных работ при комбинированной технологии отработки полезных ископаемых, а также математической статистики корреляционного анализа промышленных экспериментов.

**Научная новизна** работы заключается в следующем:

- высота свода естественного равновесия имеет параболическую форму при образовании воронки провала на поверхности. Установлено, что первоначально снизу происходит обрушение, затем в определенный момент, когда между поверхностью и вершиной свода обрушения остается потолочина, которая уже не в состоянии выдержать давления налегающей толщи пород, наступает разрыв сплошности потолочины и ее пролом;
- исследованиями установлен, радиус воронки обрушения прямо пропорционально зависит от пролета выпускного отверстия, высоты, точки определения радиуса и обратно пропорционально тангенсу угла между направлением площади скольжения и осью воронки;
- толщина искусственного барьерного целика, прямо пропорционально зависит от удельного веса материала искусственного целика, квадрату ширины камеры, коэффициента запаса и обратно пропорциональна пределу прочности образца материала искусственного целика при изгибе, коэффициента структурного ослабления и коэффициента учитывающий влияние времени на устойчивость обнаженной искусственной потолочины.

**Научная и практическая значимость результатов исследования:**

– графоаналитическим методом определена общая производительность вентиляторов и величина депрессии зависящей прямо пропорционально аэродинамическому сопротивлению среды и квадрату расхода воздуха движущегося по выработке или фильтрующего через слой;

– для обеспечения безопасности работ при проведении массовых взрывов в районах комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых, необходимо применение следующих основных мер: обязательное объединение в один рудник открытых и подземных горных работ; составление на массовые взрывы общих документов при едином руководителе буровзрывных работ; определение зоны возможного проникновения ядовитых газов в шахту и разработка предупредительных мер, а также применение в трудно проветриваемых карьерах промышленных ВВ с нулевым кислородным балансом;

– исследованиями установлено, что применение локальных нагнетательных вентиляторов для подземных горных работ имеет ряд преимуществ перед общешахтными: экономичность – отсутствие работ по герметизации надшахтного здания, снижение суммарного потребления электроэнергии за счет меньшей мощности; высокая эффективность – уменьшаются потери напора в подводящих выработках, снижаются утечки и подсосы воздуха;

– время по обратному способу проветривания блоков после массовых взрывов зависит от количества взрываемого промышленного ВВ и объема отбиваемой горной массы. Использование основных откаточных выработок, обычно больших по сечению, чем вентиляционные, способствуют эффективному проветриванию блоков;

– установлено, что снижение влияния сейсмических волн на подземные выработки, на естественные и искусственные целики является вредным влиянием сейсмике массовых взрывов, которые характеризуются скоростью колебания горного массива, зависящей от массы одновременно взрываемого заряда промышленных ВВ;

– исследованиями установлены, два оптимальных метода погашения пустот: обрушением потолочины и стенок буровзрывным способом,

забутовка и засыпка пустот различными рудными и нерудными материалами. Погашение пустот разбуриванием потолочины с уступов карьера является наименее трудоемким способом по сравнению с другими;

– для безопасного производства буровзрывных работ при комбинированной технологии добычи полезных ископаемых необходимо соблюдать следующие условия: массовые взрывы в подземных горных выработках или карьере должны производиться в отсутствие людей в них; при одновременном производстве массовых взрывов в подземных выработках и на карьере должен назначаться единый ответственный руководитель буровзрывных работ; перед производством массовых взрывов в подземных горных выработках рассчитывают их сейсмическое воздействие и возможность выброса горной массы; при массовых взрывах в карьере следует применять диагональные схемы взрывания, скважинами диаметром менее 150 мм с замедлением 50-100 мс и рассчитывать одновременно взрываемую массу ВВ для определения сейсмического воздействия на целик между дном карьера и подземными горными выработками.

**Опубликованность результатов.** Основные результаты работы изложены в следующих печатных работах автора:

1. Абдувахидов Ш.А. Расчет безопасной мощности барьерного целика между карьером и подземной выработке при комбинированной разработке месторождения. Навоий.: «Горный вестник Узбекистана» № 1, 2016 г., - С. 87.

2. Абдувахидов Ш.А. Совместная разработка рудных месторождений. Навоий.: «Горный вестник Узбекистана» № 2, 2016 г., - С. 87.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из аннотации, введения, четырех глав и заключения, изложенных на 137 страницах, включая

35 рисунков, 2 таблиц, 32 наименований использованной литературы, а также приложения.

*Автор выражает глубокую благодарность и искреннюю признательность начальнику горного бюро ЦНИЛ НГМК, доктору технических наук, профессору Норову Ю.Д., инженеру горного бюро Якшибаеву Т.М., а также всему коллективу кафедры «Горное дело» Навоийского государственного горного института за полезные консультации и поддержку на разных этапах выполненной работы.*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации на основе выполненных исследований дано решение научно-технической задачи по разработки комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых на глубоких карьерах, для повышения их эффективности и безопасности ведения горных работ, решения которых вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса в горнорудной промышленности и имеет важное народно-хозяйственное значение.

Основные научные результаты магистерской диссертации, выводы и рекомендации, заключаются в следующем:

1. Высота свода естественного равновесия имеет параболическую форму при образовании воронки провала на поверхности. Установлено, что первоначально снизу происходит обрушение, затем в определенный момент, когда между поверхностью и вершиной свода обрушения остается потолочина, которая уже не в состоянии выдержать давления налегающей толщи пород, наступает разрыв сплошности потолочины и ее пролом.

2. Исследованиями установлен, радиус воронки обрушения прямо пропорционально зависит от пролета выпускного отверстия, высоты, точки определения радиуса и обратно пропорционально тангенсу угла между направлением площади скольжения и осью воронки.

3. Толщина искусственного барьерного целика, прямо пропорционально зависит от удельного веса материала искусственного целика, квадрату ширины камеры, коэффициента запаса и обратно пропорциональна пределу прочности образца материала искусственного целика при изгибе, коэффициента структурного ослабления и коэффициента, учитывающий влияние времени на устойчивость обнаженной искусственной потолочины.

4. Для обеспечения безопасности работ при проведении массовых взрывов в районах комбинированной технологии отработки месторождений полезных ископаемых, необходимо применение следующих основных мер: обязательное объединение в один рудник открытых и подземных горных работ; составление на массовые взрывы общих документов при едином руководителе буровзрывных работ; определение зоны возможного проникновения ядовитых газов в шахту и разработка предупредительных мер, а также применение в трудно проветриваемых карьерах промышленных ВВ с нулевым кислородным балансом.

5. Исследованиями установлено, что применение локальных нагнетательных вентиляторов для подземных горных работ имеет ряд преимуществ перед общешахтными: экономичность – отсутствие работ по герметизации надшахтного здания, снижение суммарного потребления электроэнергии за счет меньшей мощности; высокая эффективность – уменьшаются потери напора в подводящих выработках, снижаются утечки и подсосы воздуха.

6. Графоаналитическим методом определена общая производительность вентиляторов и величина депрессии зависящей прямо пропорционально аэродинамическому сопротивлению среды и квадрату расхода воздуха движущегося по выработке или фильтрующего через слой.

7. Время по обратному способу проветривания блоков после массовых взрывов зависит от количества взрываемого промышленного ВВ и объема отбиваемой горной массы. Использование основных откаточных выработок, обычно больших по сечению, чем вентиляционные, способствуют эффективному проветриванию блоков.

8. Установлено, что снижение влияния сейсмических волн на подземные выработки, на естественные и искусственные целики является

вредным влиянием сейсмике массовых взрывов, которые характеризуются скоростью колебания горного массива, зависящей от массы одновременно взрываемого заряда промышленных ВВ.

9. Исследованиями установлены, два оптимальных метода погашения пустот: обрушением потолочины и стенок буровзрывным способом, забутовка и засыпка пустот различными рудными и нерудными материалами. Погашение пустот разбуриванием потолочины с уступов карьера является наименее трудоемким способом по сравнению с другими.

10. Для безопасного производства буровзрывных работ при комбинированной технологии добычи полезных ископаемых необходимо соблюдать следующие условия: массовые взрывы в подземных горных выработках или карьере должны производиться в отсутствие людей в них; при одновременном производстве массовых взрывов в подземных выработках и на карьере должен назначаться единый ответственный руководитель буровзрывных работ; перед производством массовых взрывов в подземных горных выработках рассчитывают их сейсмическое воздействие и возможность выброса горной массы; при массовых взрывах в карьере следует применять диагональные схемы взрывания, скважинами диаметром менее 150 мм с замедлением 50-100 мс и рассчитывать одновременно взрываемую массу ВВ для определения сейсмического воздействия на целик между дном карьера и подземными горными выработками.

11.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов В.В. Совместная и повторная разработка рудных месторождений. М., Недра, 1972.
2. Куликов В.В. Выпуск руды. М., Недра, 1980.
3. Щелканов В.А. Комбинированная разработка рудных месторождений. М., Недра, 1974.
4. Абрамов А.А., Гершун О.С. Нагнетательный и нагнетательно-всасывающий способы проветривания, как способы борьбы с утечками воздуха через зону обрушения. – Горный журнал, 1963, № 1, с. 39-41.
5. Шашурин С.Л. Повторная разработка месторождений руд цветных и редких металлов. М., Госгортехиздат, 1962.
6. Юматов Б.П. Технология открытых работ при комбинированной разработке рудных месторождений. М., Недра, 1966.
7. Вовк А.А., Черный Г.И. Разработка месторождений полезных ископаемых комбинированным способом. Киев, Наукова думка, 1965.
8. Арсентьев А.И., Полищук А.К., Захваткин Б.Н. Открытая разработка руд, потерянных при подземной добыче. Л., Наука. 1965.
9. Казикаев Д.М. Геомеханические процессы при совместной и повторной разработки. М., Недра, 1981.
10. Именитов В.Р. Процессы подземных горных работ при разработке рудных месторождений. М., Недра, 1978.
11. Казикаев Д.М. Совместная разработка рудных месторождений открытым и подземными способами. М., Недра, 1967.
12. Айнбиндер И.И. Особенности проявления горного давления при нисходящей выемке пологих залежей с закладкой. – В кн.: Совершенствование разработки рудных месторождений. М., Изд-во АН СССР, 1973, с. 63-71.

13. Игнатъев В.И. Метод расчета устойчивости горных пород при подземной разработке крутопадающих рудных тел. Свердловск, 1968, с. 28-31 (Тр. СГИ; вып. 56).
14. Мельников Е.А., Савельев Н.Г. Влияние подземных работ на деформацию земной поверхности. – В кн.: Итоги науки и техники. М., ВИНТИ, 1982, с. 64-107.
15. Носач А.К. Сдвигение поверхности при камерной системе разработки угольных пластов. – Известия высших учебных заведений. Горный журнал, 1977, № 2, с. 24-26.
16. Методические указания по определению параметров процесса сдвижения горных пород, охраны сооружений и горных выработок на месторождениях руд цветных металлов. Л., ВНИМИ, 1976.
17. Коваль А.И., Блаев Б.Х., Троицкий В.С. Условия и порядок выпуска руды при совместной разработке подземным и открытыми способами Тырнаузского месторождения. – Цветная металлургия, 1974, № 21, с. 12-14.
18. Слесарев В.Д. Механика горных пород. М. Госгортехиздат, 1948.
19. Цыгалов М.Н., Зурков П.Э. Разработка рудных месторождений системами с монолитной закладкой. М, Недра, 1970.
20. Щевяков Л.Д. Разработка месторождений полезных ископаемых. М., Госгортехиздат, 1963.
21. Шнайдер М.Ф., Короненко В.К. Совмещение подземных и открытых разработок рудных месторождений. М., Недра, 1985 – 132 с.
22. Кириченко Г.С. К методике выбора параметров камерно-целиковой системы разработки с последующей закладкой. – В кн.: Совершенствование разработки рудных месторождений. М., Изд-во АН СССР 1973, с. 45-66.

23. Опыт управления горным давлением при системах с твердеющей закладкой на рудниках Урала/ Б.А. Вольхин, Т.Н. Смирнова, Ю.С. Павлов и др. М, ЦНИИцветмет экономики и информации, 1976.
24. Чесноков Н.И., Петросов А.А., Шевченко Е.Ф. Системы разработки урана с твердеющей закладкой. М., Атомиздат, 1975.
25. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Медведев И.И. Рудничная аэрология. М., Недра, 1978.
26. Совершенствование разработки и вентиляции рудников/ С.И. Луговский, Э.И. Шкута, И.Б. Отмянский и др. М., Недра, 1968.
27. Шашмурин Ю.А. Графоаналитическое исследование работы вентилятора на вентиляционную сеть рудника с фильтрационной утечкой. – Известия высших учебных заведений. Горный журнал, 1980, № 5, с. 65-72.
28. Шнайдер М.Ф. Особенности конструкции днищ блоков и камер в районах активных аэродинамических связей подземных выработок с поверхностью. – Горный журнал, 1982, № 4, с. 55-56.
29. Остроушко И.А., Городничев А.П. Регулирование объемной концентрации энергии ВВ и некоторые особенности образования ядовитых газов. – Безопасность труда в промышленности, 1973, № 2, с. 33-35.
30. А.с. 832005 (СССР) Способ проветривания подземных горных выработок/ М.Ф. Шнайдер, Б.Д. Беликов. Опубл. в Б.И., 1981, № 19.
31. Методические указания по обеспечению устойчивости откосов и сейсмической безопасности зданий и сооружений при ведении взрывных работ на карьерах. Л., ВНИМИ, 1977.
32. Шнайдер М.Ф., Цай Л.А., Вороненко В.К. Современные способы проведения восстающих горных выработок и пути их дальнейшего совершенствования на рудниках Казахстана. Алма-Ата, КазНИИНТИ, 1978.