

**РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН
НАВОЙСКИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

*На правах рукописи
УДК 622.235.673*

ИВАНОВСКИЙ Денис Сергеевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ
РАЗНОПРОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД
ВЗРЫВАМИ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ**

05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НАВОИ – 2011

Работа выполнена в Навоийском горно-металлургическом комбинате и Навоийском государственном горном институте

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Бибик Иван Павлович

Официальные оппоненты: академик Академии наук Республики Узбекистан,
доктор технических наук, профессор
Рахимов Вахоб Рахимович,
кандидат технических наук
Морозов Валерий Викторович

Ведущая организация: **ОАО «Портлатишсаноат»**

Защита состоится «___» _____ 2011 г. в ____ ч. на заседании специализированного совета К.067.46.01 при Навоийском государственном горном институте по адресу: 210100, г. Навои, ул. Жанубий, 27а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Навоийского государственного горного института.

Автореферат разослан «___» _____ 2011 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
докт. техн. наук, проф.

Норов Ю.Д.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Развитие экономики Узбекистана в значительной мере определяется объёмами добычи и переработки полезных ископаемых. Известно, что развитие открытого способа разработки сопровождается ростом концентрации производства, увеличением пространственных размеров карьера, расстояния и соответственно затрат на экскавацию и транспортирование горной массы. Например, карьер Ташкура, разрабатывающий пластовое осадочное сложноструктурное Джерой-Сардаринское месторождение фосфоритов имеет размеры в плане 0,3 х 22,1 км, при глубине 35,0 м. Если учесть, что доля затрат на карьерный транспорт при разработке пластовых месторождений доходит до 49,2 % в общей себестоимости добычи полезного ископаемого, то вопрос снижения затрат на перемещение горной массы является одним из основных для открытых горных работ. В этих условиях технический прогресс требует кардинального изменения технологических схем добычи, прежде всего применения бестранспортной системы разработки. Решение этой проблемы может быть достигнуто снижением доли выемки и транспортирования горной массы за счёт применения прогрессивной технологии открытых горных работ, базирующейся на принципиально новом подходе к буровзрывным работам (БВР) – перемещении разнопрочных вскрышных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов.

Однако, промышленное внедрение предложенной технологии сдерживается отсутствием рациональной технологии перемещения разнопрочных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов. Известны способы перемещения вскрышных горных пород во внутренний отвал взрывами вертикальных и наклонных скважинных зарядов, но главным их недостатком является неэффективность в разнопрочных горных породах. При расположении крепких включений в верхней части массива, в зоне неуправляемого дробления, их применение практически неприемлемо.

В связи с этим, разработка технологии, позволяющей осуществить максимальный эффект перемещения разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов во внутренний отвал представляет научный и практический интерес и является актуальной научной задачей горного производства.

Степень изученности проблемы. В результате научно-исследовательских и опытно-промышленных взрывов определены эффективные параметры скважинных зарядов на сброс в зависимости от диаметра, сетки расположения взрывных скважин, свойств массива горных пород, конструкции и типа заряда, а также энергетических характеристик использованных промышленных ВВ, на основе которых установлен коэффициент сброса. При этом, для достижения положительного эффекта повышалась энергонасыщенность взрываемого массива путем увеличения удельного расхода в 1,5 – 2 раза.

Вопросы действия взрывного перемещения разнопрочного массива горных пород скважинными зарядами взрывчатых веществ (ВВ) на сброс в отечественной и зарубежной научной литературе не освещены.

Отсутствуют закономерности изменения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород скважинными зарядами ВВ от удельного расхода, угла наклона скважин, ширины заходки, высоты уступа и мощности крепких пропластков.

В связи с вышеизложенным, диссертантом впервые осуществлена разработка эффективных параметров и способов взрывных работ при производстве направленных взрывов скважинными зарядами на сброс непосредственно во внутренний отвал в разнопрочных горных породах, обеспечивающие снижение затрат на выемочно-погрузочные работы и транспортирование.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Работа выполнялась в соответствии с тематическим планом государственной научно-технической программы Государственного комитета по координации и развитию науки и технологий при Кабинете Министров Республики Узбекистан на тему 5-033 – «Разработка методов управления перемещением разнопрочных горных пород энергией взрыва на сброс скважинными зарядами взрывчатых веществ».

Цель исследования заключается в перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов за счёт повышения коэффициента полезного действия взрыва, основанное на перераспределении энергонасыщенности взрываемого уступа и изменении характера взаимодействия зарядов.

Задачи исследования:

- анализ существующих способов, методов, эффективных параметров и методик управления перемещением вскрышных горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ;
- исследование действия взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс методом математического моделирования в разнопрочных горных породах;
- определение коэффициента сброса и параметров развала взорванных разнопрочных горных пород взрывом скважинных зарядов ВВ на сброс в промышленных условиях, на основе которых разработка методики их инженерного расчета и компьютерной программы;
- промышленное внедрение и определение экономической эффективности разработанного способа взрывного перемещения разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являются вскрышные разнопрочные породы Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов. Предмет исследования – технология перемещения разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс.

Методы исследований. Диссертационная работа выполнена с применением комплексного метода исследований, включающей теоретические обобщения, экспериментальные исследования в промышленных условиях с использованием математического моделирования, а также математической

статистики и корреляционного анализа.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Дальность бросания потока разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс зависит от начальной скорости и угла бросания, удельной теплоты взрыва, сетки расположения скважинных зарядов, а также коэффициента лобового сопротивления воздуха.

2. Максимальный эффект сброса разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ оценивается – коэффициентом сброса и параметрами развала, которые изменяются в зависимости от удельного расхода ВВ, угла наклона скважин, ширины заходки, высоты уступа и мощности крепких пропластков.

3. Управление дроблением и перемещением разнопрочных горных пород, находящихся в верхней части уступа производится взрывом дополнительных укороченных скважинных зарядов, за счёт дифференцированного воздействия энергии взрыва на горный массив, а так же перераспределения энергонасыщенности взрываемого уступа.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Разработан способ перемещения горных пород взрывом, повышающий эффективность производства направленных взрывов скважинными зарядами ВВ на сброс, научная новизна которого заключается в использовании укороченных скважинных зарядов, находящихся в крепких пропластках для эффективного использования их энергии и дифференцированного воздействия на массив в разнопрочных горных породах, обеспечивающих снижение затрат на их дробление и перемещение в выработанное пространство, на основе которого разработана методика их инженерного расчета и получен патент №ІАР 04242 от 06.09.2010 г.

2. На основе использования законов газодинамики определены кинематические параметры разлета потока разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс, зависящей от начальной скорости и угла бросания, удельной теплоты взрыва, сетки расположения скважинных зарядов ВВ, научная новизна которого заключается в учете коэффициента лобового сопротивления, которая подтверждена полученным свидетельством об официальной регистрации программы для ЭВМ №DGU 01771 от 25.06.2009.

Научная и практическая значимость результатов исследования:

– на основе изучения законов газодинамики разработана математическая модель действия взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс, на основе которого определены кинематические параметры разлета потока разнопрочных горных пород;

– впервые установлены обобщающие зависимости коэффициента сброса разнопрочных горных пород в выработанное пространство от удельного расхода ВВ, угла наклона скважин, ширины заходки, высоты уступа и мощности крепких пропластков, на основе которых разработана формула его инженерного расчета;

– разработан и экспериментально проверен способ производства направленного взрыва скважинными зарядами на сброс непосредственно во внутренний отвал в разнопрочных горных породах, обеспечивающий снижение затрат на выемочно-погрузочные работы и транспортирование;

– разработана и экспериментально проверена методика определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов в промышленных условиях;

– разработанные автором конкретные рекомендации и предложения явились основой для создания следующих нормативных документов: «Программа и методика проведения опытно-промышленных работ по определению эффективности направленных взрывов на сброс непосредственно в выработанное пространство для разнопрочных пород карьера Ташкура» и «Методика определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов в промышленных условиях», которые согласованы с инспекцией Саноатконгеотехназорат и приняты Центральным рудоуправлением Навоийского горно-металлургического комбината.

Реализация результатов. Разработанный способ взрывного перемещения разнопрочных горных пород, а также эффективные параметры внедрены на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов Навоийского горно-металлургического комбината. В результате внедрения ожидается получение экономического эффекта в размере 505,172 млн. сум в год (112,3 сум на 1 м³ вскрышной горной породы (в ценах 2011 г.).

Результаты исследований используются в учебном процессе в Навоийском государственном горном институте при чтении лекций по профилирующим дисциплинам для бакалавров направлений «Горное дело», «Горная электромеханика», «Педагогическое образование (Горное дело)» и магистрантов специальности «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых».

Апробация работы. Результаты исследований докладывались автором на Международной научно-практической конференции «Инновация»: «Янги аср авлоди» (г. Ташкент, октябрь 2007-2010 гг.), Республиканской научно-технической конференции «ISTIQLOL» (с международным участием): «Геотехнология: инновационные методы недропользования в XXI веке» (Москва–Навои, 2007-2011 гг.), Республиканском научно-практическом семинаре на тему: «Инновационная деятельность молодых ученых» (г. Навои, 2008 г.), Международной научно-технической конференции на тему: «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития» (г. Навои, 2010 г.), Международном научном симпозиуме «Неделя горняка» (г. Москва, 2010, 2011 гг.).

Опубликованность результатов. Основные результаты работы изложены в 16 печатных работах, в том числе: 8 статьях, 1 методике, 3 тезисах, 1 патенте и 3 свидетельствах об официальной регистрации программ для ЭВМ, зарегистрированных в государственном реестре изобретений и программ для ЭВМ Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, изложенных на 116 страницах, включая 28 рисунков, 22 таблицы, 54 наименований использованной литературы, а также приложения.

Автор выражает глубокую благодарность заслуженному работнику промышленности Республики Узбекистан, доктору технических наук Шеметову П.А. за полезные консультации и практическую помощь в выполнении диссертационной работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В основных направлениях экономического развития Республики Узбекистан, предусматривающих подъём экономики страны, особое место отводится ускорению научно-технического прогресса в горнодобывающей промышленности, ориентированной на преимущественное развитие открытого способа добычи полезных ископаемых.

Ведущую роль в общем технологическом комплексе процесса горного производства занимают – взрывные работы. Исследованиями установлено, что за счет энергии взрыва вскрышные породы можно перемещать непосредственно во внутренний отвал, исключая процесс экскавации и транспортирования.

В работах В.А. Белина, Б.Д. Бурлуцкого, Г.А. Васильева, К.Е. Виницкого, В.С. Вогоровского, И.Ф. Жарикова, М.А. Кириллова, В.Н. Кузнецова, М.А. Лаврентьева, Л.Н. Марченко, В.К. Медоева, В.М. Наумова, Ю.Д. Норова, Г.И. Покровского, Б.Р. Ракишева, Н.Я. Репина, В.Н. Родионова, Ю.П. Цветкова, А.А. Черниговского, П.А. Шеметова, Е.Н. Шера и других ученых исследовались вопросы действия взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс с целью повышения их эффективности на открытых горных работах.

Одним из направлений, позволяющих за короткий срок внедрить результаты исследований и получить значительное повышение эффективности производства при минимальных капитальных вложениях, является повышение коэффициента полезного действия взрыва, основанное на перераспределении энергонасыщенности взрываемого уступа и изменении характера взаимодействия зарядов.

Разработана математическая модель, описывающая действие взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс.

На основе изучения законов газодинамики определены кинематические параметры разлета потока горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс. Для определения кинематических параметров разлета горных пород взрывом скважинного заряда исследована схема развития газовой полости вокруг искусственно заглубленного скважинного заряда ВВ.

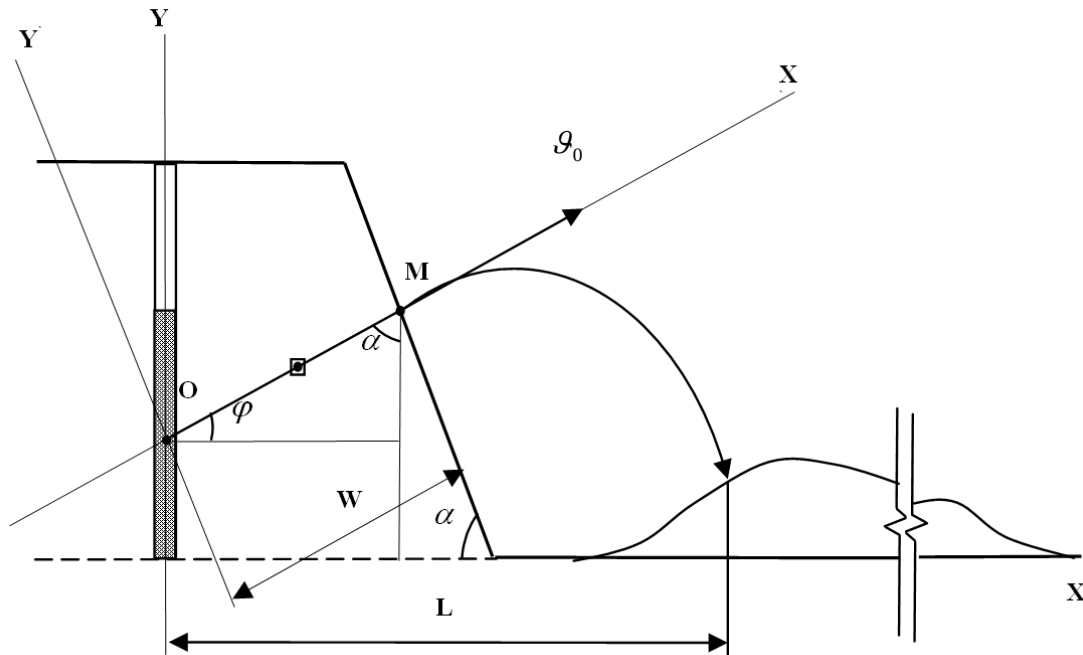
Закономерность распространения газовой полости взрывом скважинных зарядов ВВ показывает, что при наклонных скважинах обеспечивается максимальное условие для сброса горных пород.

Определены кинематические параметры разлета потока горной породы взрывами скважинного заряда ВВ на сброс, схема которых приведена на рис. 1.

Время бросания потока горных пород определяется по формуле:

$$t = \frac{g_0 \sin \varphi + \sqrt{(g_0 \sin \varphi)^2 + \left(\frac{\rho_6 c_l}{2\rho^3 \sqrt{V_k}} g_0^2 \sin \varphi + g \right) H}}{\left(\frac{\rho_6 c_l}{2\rho^3 \sqrt{V_k}} g_0^2 \sin \varphi + g \right)}, \text{ с}, \quad (1)$$

где ϑ_0 – начальная скорость бросания потока горных пород, м/с; g – ускорение силы тяжести, м/с²; V_k – фактический объем взорванных разнопрочных горных пород, м³; c_d – коэфф. лобового сопротивления, учитывающий твердые включения; ρ_e – плотность воздуха, кг/м³; ρ – плотность горных пород, кг/м³.



W – линия наименьшего сопротивления, м;

L – дальность бросания потока разнопрочных горных пород, м;

φ – угол бросания потока разнопрочных горных пород, м;

ϑ_0 – начальная скорость бросания, м/с

Рис. 1. Схема определения кинематических параметров разлета потока разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ

Дальность бросания потока разнопрочных горных пород определяется по формуле:

$$L = \sqrt{\frac{2\eta Q_m Q}{\rho abHN}} \frac{\sqrt{\frac{2\eta Q_m Q}{\rho abHN}} \sin \varphi + \sqrt{\frac{2\eta Q_m Q \sin^2 \varphi}{\rho abHN} + \left(\frac{\eta \rho_e c_d Q_m Q}{\rho^2 (abHN)^{4/3}} \sin \varphi + g \right) H}}{\left(\frac{\eta \rho_e c_d Q_m Q}{\rho^2 (abHN)^{4/3}} \sin \varphi + g \right)} \cos \varphi -$$

$$- \frac{\eta \rho_e c_d Q_m Q}{2\rho^2 (abHN)^{4/3}} \left(\frac{\sqrt{\frac{2\eta Q_m Q}{\rho abHN}} \sin \varphi + \sqrt{\frac{2\eta Q_m Q \sin^2 \varphi}{\rho abHN} + \left(\frac{\eta \rho_e c_d Q_m Q}{\rho^2 (abHN)^{4/3}} \sin \varphi + g \right) H}}{\left(\frac{\eta \rho_e c_d Q_m Q}{\rho^2 (abHN)^{4/3}} \sin \varphi + g \right)} \right)^2 \cos \varphi, \text{ м, (2)}$$

где η – коэффициент полезного действия взрыва на сброс; q – удельный расход ВВ, кг/м³; Q – удельная теплота взрыва, кДж/кг; Q_m – масса заряда ВВ на взрываеом блоке, кг; a – расстояние между скважинами в ряду, м; b –

расстояние между рядами скважин, м; H – высота уступа, м; N – количество скважинных зарядов ВВ.

На основе использования законов газодинамики разработана математическая модель действия взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс и определены кинематические параметры разлета потока разнопрочных горных пород, зависящие от начальной скорости и угла бросания, удельной теплоты взрыва, сетки расположения скважинных зарядов ВВ, научная новизна которого заключается в учете коэффициента лобового сопротивления.

Для определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов взрывчатых ВВ проведены опытно-промышленные испытания на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов.

Исследуемые участки карьера представлены разнопрочными горными породами, которые имеют резкое различие прочностных и акустических свойств. Они характеризуются многоярусным распределением различных литологических разностей в пределах одного уступа с преобладающим наличием мягких песчано-глинистых пород. При этом крепкие включения залегают в верхней части уступа и отличаются относительно небольшой мощностью.

Бурение вертикальных и наклонных скважин производилось буровым станком СБШ-250МН. В качестве промышленного ВВ использован игданит, нобелан 2080, а в качестве промежуточного детонатора для усиления чувствительности промышленных ВВ к детонации использовались патронированный нобелит-216Z диаметром 70 мм и массой 2 кг. Зарядание взрывных скважин производилось механизированным способом с использованием зарядной машины МЗ-4. Забойка производилась вручную с использованием бурового шлама. Подрыв подготовленных скважинных зарядов на сброс производился электродетонаторами, подсоединенными к детонирующему шнуру марки ДШЭ-12 в местах вывода на земной поверхности с применением взрывной машинки марки ПИВ-100М. Взрывание производилось короткозамедленным способом с величиной замедления 35 мс. Схема взрывания – порядная, обеспечивающая наибольшую дальность перемещения породы.

В первом блоке экспериментов проводились четыре серии взрывов с целью определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ, в зависимости от удельного расхода ВВ, при различных ширине заходки и углах наклона скважин. Удельный расход ВВ в экспериментах изменяли от 0,7 до 2 кг/м³, ширину заходки принимали 15, 20, и 25 м, угол наклона скважин к вертикали – 0°, 15°, 30°, при этом высота уступа составляла 10 м.

Во втором блоке экспериментов проводилось три серии взрывов с целью определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ в зависимости от угла наклона скважин при различных высоте уступа и удельном расходе ВВ. Угол наклона скважин к вертикали изменяли от 0 до 30°. Удельный расход ВВ в

экспериментах принимали 0,7; 1,0 и 1,5 кг/м³, высоту уступа 10, 15, 20 м, при этом ширина заходки составляла 15 м.

В третьем блоке экспериментов проводились три серии взрывов, с целью определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ, в зависимости от высоты уступа при различных углах наклона скважин и удельном расходе ВВ. Высоту уступа изменяли от 10 до 20 м. Удельный расход ВВ в экспериментах принимали 0,7; 1,0 и 1,5 кг/м³, угол наклона скважин – 0, 15, 30°, при этом ширина заходки составляла 15 м.

В четвертом блоке экспериментов проводилось четыре серии взрывов, с целью определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ, в зависимости от ширины заходки при различных высоте уступа и удельном расходе ВВ. Ширину заходки изменяли от 15 до 30 м. Удельный расход ВВ в экспериментах принимали 0,7; 1,0 и 1,5 кг/м³, высоту уступа – 10, 15, 20 м, при этом угол наклона скважин к вертикали составлял 0°.

В пятом блоке экспериментов проводились пять серий взрывов, с целью определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ, в зависимости от мощности крепких включений. Мощность крепких включений изменяли от 2 до 10 м. Удельный расход ВВ в экспериментах принимали 0,7; 1,0 и 1,5 кг/м³, угол наклона скважин – 0°, 15°, 30°, при этом ширина заходки составляла 15 м, а высота уступа – 10 м.

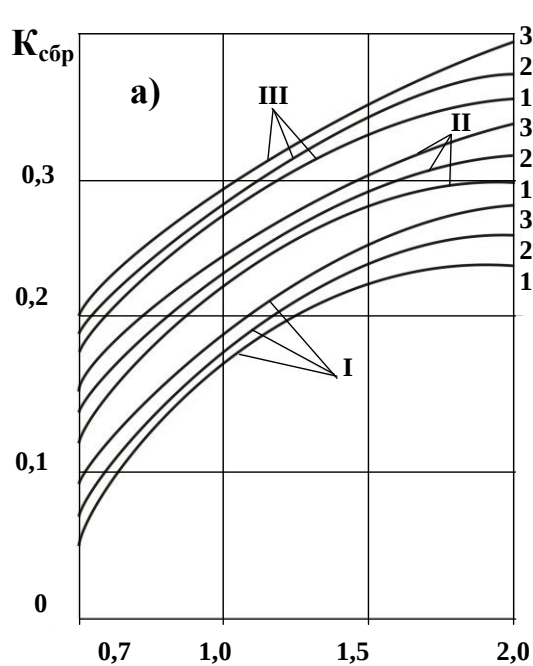
После каждой серии взрывов маркшейдерским замером определяли объем сброса горной массы в выработанное пространство карьера.

Экспериментальные исследования позволили установить зависимости изменения коэффициента сброса в разнопрочных горных породах от:

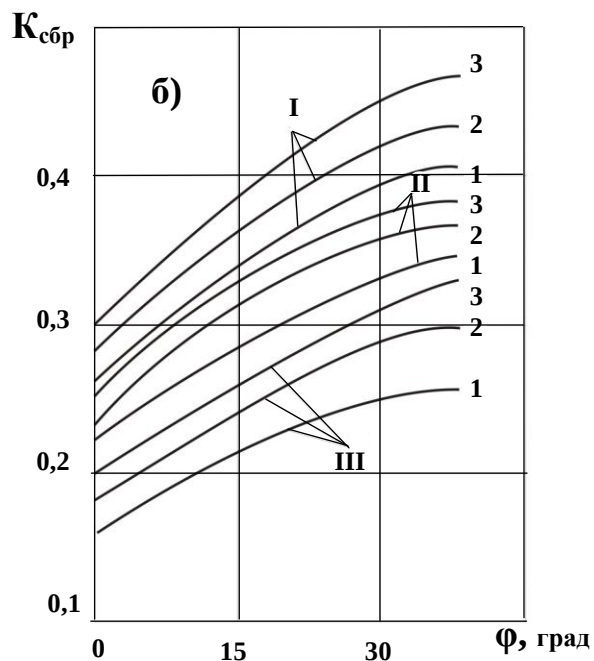
- удельного расхода ВВ, при различных ширине заходки и углах наклона скважин к вертикали;
- угла наклона скважин к вертикали, при различных высоте уступа и удельном расходе ВВ;
- высоты уступа, при различных углах наклона скважин к вертикали и удельном расходе ВВ;
- ширины заходки, при различных высоте уступа и удельном расходе ВВ;
- мощности крепких включений, при различных удельном расходе ВВ и углах наклона скважин к вертикали.

Анализ зависимостей изменения коэффициента сброса от удельного расхода ВВ, приведенный на рис. 2а показывает, что коэффициент сброса резко возрастает с ростом удельного расхода ВВ. Его увеличение с 0,7 до 2 кг/м³ позволяет увеличить коэффициент сброса в 2 раза. Характер зависимости показывает, что при значениях удельного расхода свыше 1,5-1,8 кг/м³ интенсивность приращения коэффициента сброса стабилизируется.

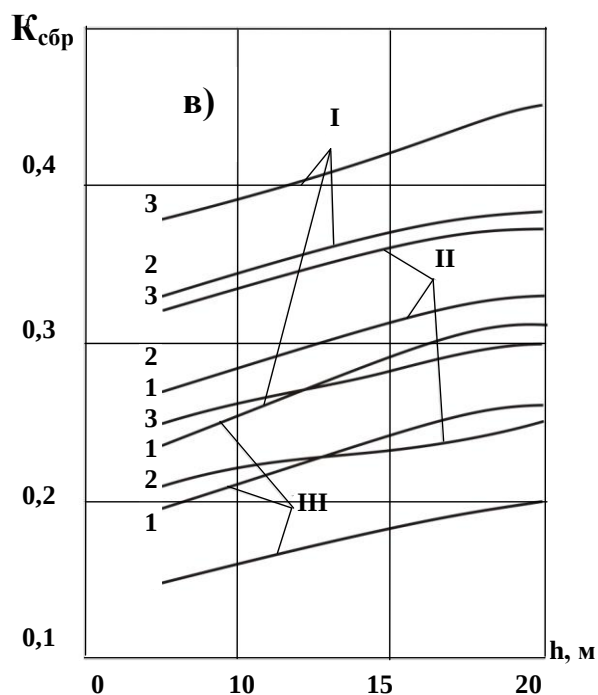
Исследованиями установлено, что ширина заходки оказывает влияние на коэффициент сброса. С уменьшением ширины заходки коэффициент сброса разнопрочных горных пород увеличивается.



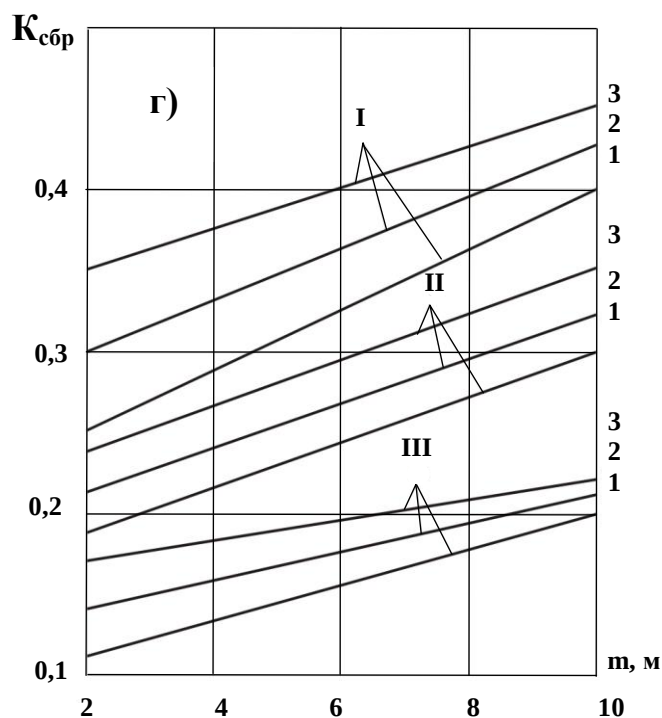
I, II, III – угол наклона скважин $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$
1, 2, 3 – ширина заходки 25, 20, 15 м



I, II, III – удельный расход ВВ 1,5; 1,0; 0,7 кг/м³;
1, 2, 3 – высота уступа 10, 15, 20 м



I, II, III – удельный расход ВВ, 1,5; 1,0; 0,7 кг/м³
1, 2, 3 – угол наклона скважин, $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$



I, II, III – удельный расход ВВ, 1,5; 1,0; 0,7 кг/м³
1, 2, 3 – угол наклона скважин, $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$

а) от удельного расхода ВВ при различных ширине заходки и углах наклона скважин к вертикали;
б) от угла наклона скважин при различных высоте уступа и удельном расходе ВВ;
в) от высоты уступа при различных углах наклона скважин к вертикали и удельном расходе ВВ;
г) от мощности крепких включений при различных удельном расходе ВВ и углах наклона скважин

Рис. 2. Зависимости коэффициента сброса в разнопрочных горных породах

Характер зависимости, приведенный на рис. 2б, свидетельствует о том, что максимальное значение коэффициента сброса достигается при угле наклона скважин к вертикали 30^0 . Дальнейшее увеличение угла наклона практически не влияет на объём сбрасываемых в отвал разнопрочных горных пород. Увеличение угла наклона скважин свыше 30^0 может привести к снижению устойчивости скважин и к осложнениям процессов бурения и заряжания. Поэтому угол наклона скважин целесообразно ограничить 30^0 к вертикали.

Исследованиями установлено, что с уменьшением ширины заходки и увеличением высоты уступа и удельного расхода ВВ значение коэффициента сброса увеличивается. Поэтому при транспортной системе разработки высоту уступа необходимо определять горно-техническими факторами и принимать максимально возможной исходя из параметров бурового оборудования.

Установлено, что с увеличением высоты уступа коэффициент сброса разнопрочных горных пород увеличивается. Причем при угле наклона скважин к вертикали 30^0 и удельном расходе ВВ $1,5 \text{ кг/м}^3$ достигается максимальная дальность перемещения горных пород взрывом (рис. 2в).

В результате опытно-промышленных испытаний на карьере Ташкура выявлено, что с увеличением мощности крепких включений коэффициент сброса увеличивается, а максимальный эффект взрывного перемещения достигается при удельном расходе ВВ $1,5 \text{ кг/м}^3$ и угле наклона скважин к вертикали 30^0 (рис. 2г).

В результате статистической обработки полученных результатов предложена формула расчета коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ:

$$K_{сбр} = \frac{(0,4\sin 2\alpha_c + 0,65)(0,5 - 0,016m)q\sqrt[5]{h}}{0,01\sqrt[3]{A + q}}, \quad (3)$$

где q – удельный расход ВВ, кг/м^3 ; α_c – угол наклона скважин к вертикали, град.; A – ширина заходки, м; h – высота уступа, м; m – мощность крепких пропластков, м.

Коэффициент корреляции для данного уравнения составляет $0,94 \pm 0,012$.

Анализ изменения коэффициента сброса в разнопрочных горных породах показывает, что хотя наиболее эффективным способом является взрывание наклонных скважин, действенным способом управления объёмом сброса является повышение до определенного, экономически целесообразного предела удельного расхода ВВ.

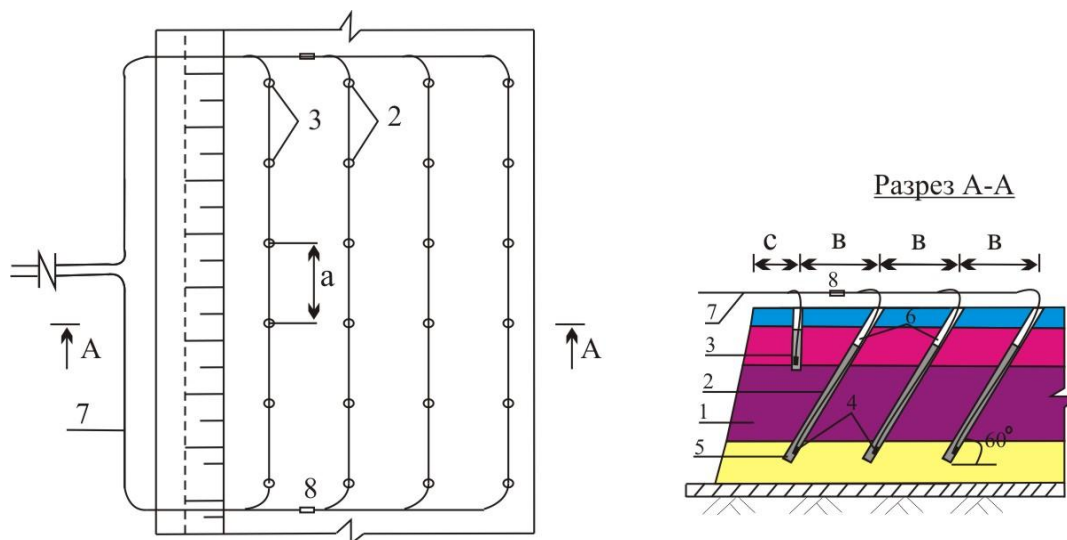
Целенаправленное перемещение разнопрочных вскрышных пород в выработанное пространство карьера и формирование требуемого профиля развала при буровзрывных работах достигается при применении следующих эффективных параметров:

– удельный расход ВВ	–	$1,5 \text{ кг/м}^3$;
– высота вскрышного уступа	–	10-20 м;
– ширина заходки	–	15 м;
– угол наклона скважин к вертикали	–	30^0 .

Таким образом, установлено изменение коэффициента сброса в разнопрочных горных породах в зависимости от: удельного расхода ВВ, угла

наклона скважин к вертикали, ширины заходки, высоты уступа и мощности крепких пропластков, а также разработана формула расчета коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов.

В результате полученных зависимостей и обработки полученных данных в целях повышения эффективности взрывного перемещения разнопрочных горных пород рекомендован к внедрению на карьере Ташкура Навоийского горно-металлургического комбината способ взрывного перемещения (рис. 3) (патент РУз № IAP 04242 от 06.09.2010 г.). Сущность способа заключается в том, что на уступе 1 бурят ряды наклонных скважин 2 под углом 60° к горизонту. На расстоянии 3-5 м от верхней бровки уступа бурят ряд вертикальных скважин 3. При этом наклонные скважины бурят на всю мощность разнопрочных пропластков, а длина дополнительных скважин составляет $1/3 - 2/3$ длины наклонных скважин (в зависимости от мощности крепких пропластков). В наклонных и вертикальных скважинах размещают промежуточные детонаторы 4, заряд ВВ 5 и забойку 6. Промежуточные детонаторы 4 соединяют с детонирующим шнуром 7, на котором устанавливают реле 8 для обеспечения короткозамедленного взрывания. Поверхностную сеть соединяют через детонирующий шнур с двумя электродетонаторами и через магистральный провод к взрывной машинке ПИВ-100М. В первую очередь осуществляют взрыв зарядов в вертикальных скважинах, затем через 30-50 мс осуществляют одновременный взрыв наклонных скважин.



1 – массив разнопрочных горных пород; 2 – наклонные скважины; 3 – укороченные вертикальные скважины; 4 – промежуточные детонаторы; 5 – взрывчатое вещество; 6 – забойка; 7 – детонирующий шнур; 8 – пиротехническое реле; а – расстояние между скважинами, м; в – расстояние между скважинами в ряду, м; с – расстояние между скважиной и верхней бровкой уступа, м; α – угол наклона взрывных скважин, м.

Рис. 3. Рекомендуемый способ перемещения разнопрочных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов

Сравнение результатов опытных блоков (разработанный способ) с контрольными (способ взрывного перемещения наклонными скважинными зарядами) проверено экспериментально на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов. В результате выявлено, что на опытных блоках ширина развала больше на 20-26%, а объём перемещаемой горной массы на 13-24% (при одинаковом удельном расходе ВВ). Так же произведено сравнение существующей и предлагаемой технологии (с применением разработанного способа) по затратам на бурение, взрывание, экскавацию и транспортирование. В результате которого выявлено, что общие приведённые энергозатраты на взрывное перемещение вскрышных пород во внутренний отвал на 12-18% меньше, чем их доставка автомобильным транспортом.

Изучение гранулометрического состава взорванной горной массы фотопланиметрическим методом показало, что средний размер кусков взорванной горной массы не превышает 20-25 см. А так же при отработке экспериментальных блоков было выявлено, что производительность выемочно-погрузочного оборудования увеличилась на 10-15%.

Таким образом, разработанный способ позволяет: повысить эффективность ОГР, за счёт снижения затрат на перемещение вскрышных пород, а так же осуществить максимальный эффект дробления и взрывного перемещения разнопрочных горных пород в выработанное пространство карьера за счет эффективного использования энергии взрыва.

В ходе исследований было предложено проверить эффективность разработанного способа с рассредоточенными зарядами и различными внутрискважинными замедлениями (17, 42 и 109 мс), с применением неэлектрической системы инициирования (НСИ) (т.е. дифференцированное воздействие энергии взрыва на разнопрочный горный массив). Монтаж поверхностной сети на опытных блоках выполнялся таким образом, чтобы верхняя часть рассредоточенного заряда взрывалась раньше нижней на: а) 17; б) 42; и в) 109 мс. Таким образом, после проведённых взрывов произведено сравнение результатов опытных блоков (разработанный способ) с контрольными (способ взрывного перемещения наклонными скважинными зарядами). В результате было установлено, что опытные блоки, на которых применялся ряд дополнительных укороченных скважинных зарядов и внутрискважинное замедление с интервалом 109 мс имеют большую на 40-50% ширину развала и на 16-42% больший объём перемещаемой горной массы во внутренний отвал, относительно опытных (с внутрискважинным замедлением 17 и 42 мс) и контрольных блоков, при одинаковом удельном расходе ВВ.

В результате опытно-промышленной проверки разработанного способа с применением НСИ СИВБ, было определено, что чем больше внутрискважинное замедление, тем больше ширина развала и коэффициент сброса. А так же было установлено, что коэффициент сброса на блоках, взорванных с применением НСИ СИВБ больше на 7-23 %, по сравнению с блоками, взорванными с применением ДШ (рис. 4).

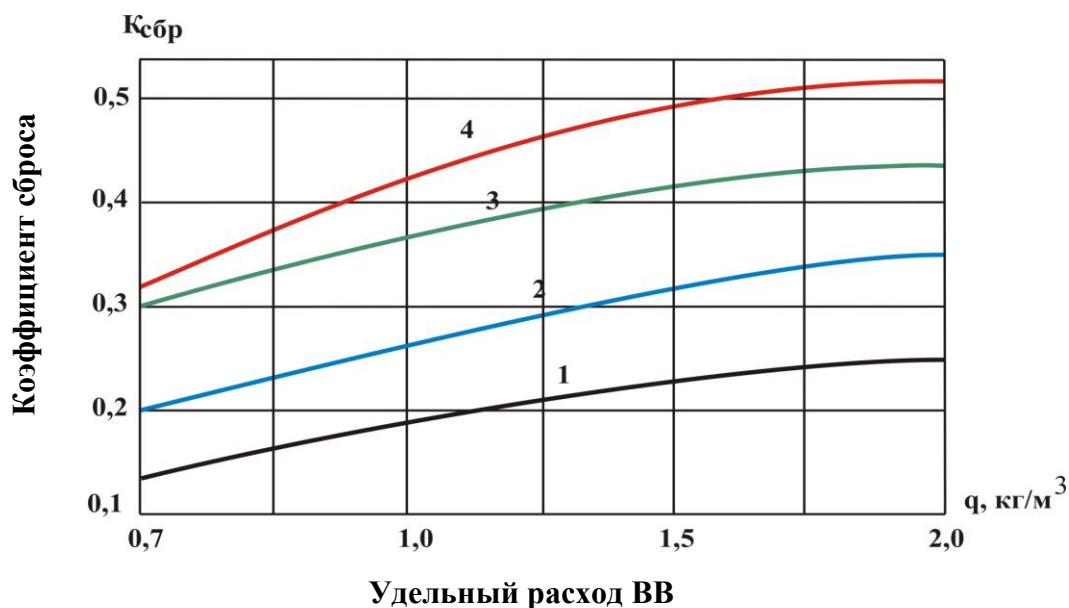


Рис. 4. Зависимость коэффициента сброса в разнопрочных горных породах от удельного расхода ВВ при взрывании вертикальных (1), наклонных (2), по разработанному способу с ДШ (3) и по разработанному способу с НСИ СИНВ (4) скважинных зарядов

Разработанный способ перемещения разнопрочных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов внедрен на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов Навоийского горно-металлургического комбината с получением экономического эффекта 112,3 сум на 1 м³ вскрышной горной породы (в ценах 2011 г.).

Таким образом, выполненные теоретические и экспериментальные исследования по перемещению разнопрочных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов, практическая реализация их результатов на открытых горных работах Навоийского горно-металлургического комбината позволили внести существенный вклад в решение актуальной научной задачи по повышению эффективности ведения горных работ на пластовых осадочных сложноструктурных месторождениях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации на основе выполненных исследований по перемещению разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов теоретически и экспериментально обобщена и решена актуальная научно-техническая задача – повышение эффективности направленных взрывов скважинными зарядами ВВ на сброс непосредственно во внутренний отвал в разнопрочных горных породах, обеспечивающих снижение затрат на выемочно-погрузочные работы и транспортирование, имеющая важное значение при разработке Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов Республики Узбекистан.

Основные результаты, рекомендации выполненной диссертационной работы и внедрение разработок заключаются в следующем:

1. На основе использования законов газодинамики разработана математическая модель действия взрыва скважинных зарядов ВВ на сброс и определены кинематические параметры разлета потока разнопрочных горных пород, зависящие от начальной скорости и угла бросания, удельной теплоты взрыва, сетки расположения скважинных зарядов ВВ, коэффициента лобового сопротивления воздуха, а так же разработана компьютерная программа на языке Borland Delphi 7.0 (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №DGU 01771 от 25.06.2009 г.).

2. Разработан способ перемещения горных пород взрывом, повышающий эффективность производства направленных взрывов скважинными зарядами ВВ на сброс, научная новизна которого заключается в использовании укороченных скважинных зарядов, находящихся в крепких пропластках для эффективного использования их энергии и дифференцированного воздействия на массив в разнопрочных горных породах, обеспечивающий снижение затрат на выемочно-погрузочные работы и транспортирование, на основе которого разработана методика их инженерного расчета и получен патент №IAP 04242 от 06.09.2010 г.

3. Установлены зависимости коэффициента сброса разнопрочных горных пород в выработанное пространство от удельного расхода ВВ, угла наклона скважин, ширины заходки, высоты уступа и мощности крепких пропластков, на основе которых разработана формула его инженерного расчета и компьютерная программа на языке Borland Delphi 7.0 (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №DGU 02062 от 21.09.2010 г.).

4. Разработана и экспериментально проверена методика определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов в промышленных условиях.

5. Разработана методика определения основных параметров развала при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов взрывчатых веществ в промышленных условиях, установлены зависимости параметров развала взорванных разнопрочных горных пород от удельного расхода ВВ, угла наклона скважин, ширины заходки и высоты уступа, разработаны формулы инженерного расчёта ширины и высоты развала, а так же компьютерная программа на языке Borland Delphi 7.0 (свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №DGU 02072 от 21.10.2010 г.).

6. Разработанный способ взрывного перемещения разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов ВВ на сброс внедрён на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов Центрального рудоуправления Навоийского горно металлургического комбината с получением экономического эффекта 112,3 сум на 1 м³ вскрышной горной породы (в ценах 2011 г.). Расчётный годовой экономический эффект составил 505,172 млн. сум/год.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Ивановский Д.С. Особенности производства буровзрывных работ в условиях Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов // Современная техника и технология горно-металлургической отрасли и пути их развития: Материалы Респ. науч.-техн. конф. (с межд. участием) «ISTIQLOL». 23-25 сентября 2004. – Навои, 2004. – С. 36-37.
2. Бибик И.П., Ивановский Д.С. Перспективы технологии горных работ с взрывным перемещением разнопрочных пород в выработанное пространство карьера // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2007. – №3. – С. 61-64.
3. Сытенков В.Н., Бибик И.П., Ивановский Д.С. Исследование эффективности взрывного перемещения вскрышных разнопрочных пород на месторождении Джерой Сардара // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2008. – №1. – С. 58-61.
4. Бибик И.П., Рахманов Р.А., Ивановский Д.С. Повышение эффективности взрывного рыхления разнопрочных массивов при разработке Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов // Горный журнал. – Москва, 2008. – №8. – С. 48-52.
5. Норов Ю.Д., Ивановский Д.С., Заиров Ш.Ш. Определение кинематических параметров разлёта горных пород взрывом скважинных зарядов // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2008. – № 4. – С. 18-21.
6. Ивановский Д.С. Взрывное перемещение разнопрочных горных пород на пластовых сложноструктурных месторождениях // Инновационная деятельность молодых учёных: Материалы Респ. научно-практического семинара. 25 сентября 2008. – Навои, 2008. – С. 58-67.
7. Ивановский Д.С. Разработка номограммы для определения показателя взрывного перемещения при взрывании на сброс разнопрочных вскрышных пород // Инновация 2008: Сборник научных статей международной науч. конф. 23-25 октября 2008. – Ташкент, 2008. – С. 229-230.
8. Ивановский Д.С. Результаты опытных работ по взрывному перемещению разнопрочных горных пород // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2009. – № 1. – С. 73-75.
9. Норов Ю.Д., Бибик И.П., Уринов Ш.Р., Ивановский Д.С., Заиров Ш.Ш. Кинематические параметры разлёта горных пород взрывом // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 01771. 04.02.2009 г.
10. Бибик И.П., Ивановский Д.С. Исследование технологии массовых взрывов на сброс вскрышных пород в отработанное пространство в карьере «Ташкура» // Горный журнал. – Москва, 2010. – №2. – С. 36-40.
11. Патент РУз №IAP 04242. Способ перемещения горных пород взрывом / Норов Ю.Д, Бибик И.П, Ивановский Д.С, Заиров Ш.Ш // Расмий ахборотнома. – 2010. – №10.
12. Норов Ю.Д., Бибик И.П., Уринов Ш.Р., Ивановский Д.С., Заиров Ш.Ш. Расчёт коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывом // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 02062. 21.09.2010 г.

13. Норов Ю.Д., Бибик И.П., Ивановский Д.С., Уринов Ш.Р., Мислибоев И.Т. Определение основных параметров развала горных пород // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 02072. 21.10.2010 г.

14. Бибик И.П., Заиров Ш.Ш., Ивановский Д.С. Исследование влияния параметров буровзрывных работ на коэффициент сброса при взрывном перемещении разнопрочных горных пород // Горный журнал. – Москва, 2010. – №12. – С. 19-20.

15. Ивановский Д.С. Перемещение разнопрочных горных пород в выработанное пространство карьера взрывами скважинных зарядов // Рациональное освоение недр. – Москва, 2011. – №2. – С. 54-57.

16. Норов Ю.Д., Бибик И.П., Ивановский Д.С. Методика определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов в промышленных условиях. – Навои, 2011. – 30 с.

Техника фанлари номзоди илмий даражасига талабгор **Ивановский Денис Сергеевич**нинг 05.15.03 – «Фойдали казилмаларни очик усулда казиб олиш» ихтисослиги бўйича «Скважинали зарядларнинг портлашидан турли мустаҳкамликдаги тоғ жинсларини силжишини тадқиқ қилиш» мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕСИ

Таянч сўзлар: силжиш, турли мустаҳкамли тоғ жинслари, улоқтириш коэффиценти, скважина қиялик бурчаги, қаттиқ қатлам баландлиги, усул.

Тадқиқот объектлари: Жерой-Сардара фосфорит конидаги турли мустаҳкамли қопловчи тоғ жинслари.

Ишнинг мақсади: портлашнинг фойдали таъсир коэффицентини оширишни ҳисобга олиб портловчи уступлардаги тўйинган энергия тақсимооти ва зарядларнинг ўзаро таъсир характери ўзгариши асосида турли мустаҳкамли тоғ жинсларини скважинали зарядли портлатиб силжитиш.

Тадқиқот методлари: иш комплекс илмий текширишларни қўлланган ҳолда назарий хулосалар, ишлаб чиқаришда математик моделлардан ва математик статистика ҳамда корреляцион анализдан фойдаланган ҳолда экспериментал тадқиқотлар асосида бажарилди.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилиги: Ишлаб чиқаришда портловчи моддали скважина зарядини йўналтириб улоқтириш самарадорлиги ошириш усуллар ишлаб чиқилган, ишнинг илмий янгилиги мустаҳкам қатламда жойлашган қисқартирилган скважинали зарядлари ва уларнинг энергиясидан самарали фойдаланишда ва турли мустаҳкам қатламли тоғ жинсларининг массивга дифференциал таъсири ҳамда ишлаб чиқаришда харажатларни камайтиришни таъминловчи майдалаш ва силжитиш бўйича инженерлик ҳисоб-китобларни амалга оширувчи усуллар ишлаб чиқилди ва 2010 йил 6 сентябрда №IAP 04242 рақамли патент олинди.

Амалий аҳамияти: ишлаб чиқаришда турли мустаҳкамли тоғ жинсларини скважинали зарядни портлатиб силжитишда ва ички ағдармали скважинали зарядли портлатиб турли мустаҳкамли тоғ жинсларини силжитиш усулларига оид улоқтириш коэффицентини аниқлайдиган усуллар ишлаб чиқилди.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самарадорлиги: Ишлаб чиқилган усуллар Навоий кон-металлургия комбинати Жерой-Сардара фосфорит кони Тошқўра карьерига жорий этилди. Жорий этиш натижасида бир йилда 505,172 млн. сўм миқдорда (1 м^3 қопловчи тоғ жинси учун 112,3 сўм (2011 йил нархида)) иқтисодий самара олинди.

Қўлланиш соҳаси: кончилик саноати.

Р Е З Ю М Е

диссертации **Ивановского Дениса Сергеевича** на тему: «Исследование перемещения разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.03 – «Открытая разработка месторождений полезных ископаемых»

Ключевые слова: перемещение, разнопрочные горные породы, коэффициент сброса, угол наклона скважин, мощность крепких включений, способ.

Объекты исследования: объектом исследования являются вскрышные разнопрочные породы Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов.

Цель работы: заключается в перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов за счёт повышения коэффициента полезного действия взрыва, основанное на перераспределении энергонасыщенности взрываемого уступа и изменении характера взаимодействия зарядов.

Методы исследования: работа выполнена с применением комплексного метода исследований, включающей теоретические обобщения, экспериментальные исследования в промышленных условиях с использованием математического моделирования, а также математической статистики и корреляционного анализа.

Полученные результаты и их новизна: Разработан способ перемещения горных пород взрывом, повышающий эффективность производства направленных взрывов скважинными зарядами ВВ на сброс, научная новизна которого заключается в использовании укороченных скважинных зарядов, находящихся в крепких пропластках для эффективного использования их энергии и дифференцированного воздействия на массив в разнопрочных горных породах, обеспечивающих снижение затрат на их дробление и перемещение в выработанное пространство, на основе которого разработана методика их инженерного расчета и получен патент №IAP 04242 от 06.09.2010 г.

Практическая значимость: разработана методика определения коэффициента сброса при перемещении разнопрочных горных пород взрывами скважинных зарядов в промышленных условиях и способ перемещения разнопрочных горных пород во внутренний отвал взрывами скважинных зарядов.

Степень внедрения и экономическая эффективность: Разработанный способ внедрен на карьере Ташкура Джерой-Сардаринского месторождения фосфоритов Навоийского горно-металлургического комбината. В результате внедрения получен экономический эффект в размере 505,172 млн. сумов в год (112,3 сум на 1 м³ вскрышной горной породы (в ценах 2011 г.)).

Область применения: горная промышленность.

RESUME

Thesis of **Ivanovsky Denis Sergeevich** on the scientific degree competition of the candidate of technical sciences on speciality "Opening development of ore useful fossilized" - 05.15.03 "Research of moving with different strongly compacted rocks by explosions boreholes of charges"

Key words: moving, different strongly compacted rocks, factor of dump, corner of an inclination of boreholes, higher of strong inclusions, way.

Subjects of research: object of research are empty different strongly compacted rocks Dzheroj-Sardara deposit of phosphoresces.

Purpose of work: consists in moving different strongly compacted rocks by explosions borehole of charges at the expense of increase of efficiency of explosion based on redistribution energy saturation blown up horizon and change of character of interaction of charges.

Methods of research: the job is executed with application of a complex method of researches including theoretical generalization, experimental researches in industrial conditions with use of mathematical modeling, and also mathematical statistics and correlation analysis.

The results obtained and their novelty: the way of moving of compacted rocks by explosion raising a production efficiency of the directed explosions boreholes by charges blasting matter on dump is developed, which scientific novelty consists in use short boreholes of charges which are taking place in strong inclusions for an effective utilization of their energy and differential of influence on a file in different strongly compacted rocks, expenses, ensuring decrease, for their splitting and moving to the produced space, on the basis of which the technique of their engineering account is developed and the patent №IAP 04242 from 06.09.2010 is received.

Practical value: the technique of definition of factor of dump is developed at moving different strongly compacted rocks by explosions boreholes of charges in industrial conditions and way of moving different strongly compacted rocks in internal warehouse by explosions boreholes of charges.

Degree of embed and economic effectivity: the developed way is introduced on dig area of Tashkura of the Dzheroj-Sardara deposit of phosphoresces of Navoi mining metallurgical combine. As a result of introduction the economic benefit at a rate of 505,172 millions sum per one year is received (112,3 sum on 1 m³ empty of compacted rock (in the prices of 2011)).

Field of application: mining industry.

Подписано в печать _____.
Тираж 100 экз. Заказ № _____.
Отпечатано в типографии «Konchi-texproekt»
г. Навои, ул. Зарафшан 4-16

