

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ДОНЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

КАМЕНЕЦ Вячеслав Игоревич

**РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ СОХРАНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ
ПОЛЕВЫХ ВЫРАБОТОК ЛОКАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКОЙ
ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД**

Специальность 05.15.02 - "Подземная разработка месторождений полезных
ископаемых"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ДОНЕЦК - 1997



00752485 (V)

Дисертацією являється рукопис

Робота виконана в Донецькому державному технічному
університеті.

Нау́чний ру́ководи́тель : доктор технічних
наук, професор К.В.КОШЕЛЕВ

О́фициа́льные о́поненты : доктор
технічних наук, професор Ю.В.БОНДАРЕНКО,
кандидат технічних наук В.И.СОЛДАТОВ

Ве́дущая о́рганиза́ция : Донецький
нау́чно-иссле́довате́льский уго́льный институ́т, Минуглепро́м
України, г.Донецк

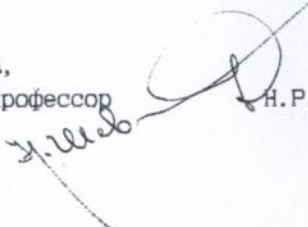
За́щита диссе́ртации состо́ится "16"---ма́я-----1997 г.
в 12-00 на засе́дании спеціалізо́ванно́го сове́та Д 06.04.02
при До́нецком держа́вном те́хнічeском уніве́рситеті.

Адрес: 340000, Украина, г. Донецк, ул.Артема,58

С диссе́ртацией мо́жно о́знако́миться в библиоте́ке До́нГТУ.

Аво́рефе́рат разо́слан "8"---а́преля---1997 г.

Уче́ный се́крета́рь
спеціалізо́ванно́го сове́та,
до́ктор те́хнічeских наук, професор


Н.Р.ШЕВЦОВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Ритмичной работе угольной промышленности Украины, в числе других причин, препятствует неудовлетворительное положение с поддержанием горных выработок. Протяженность ремонтируемых выработок составляет 45-50% от протяженности проводимых, а уровень аварийного состояния - свыше 15% поддерживаемых, достигая по отдельным шахтам 25% и более. До 40% выработок рекомендуется перед сдачей в эксплуатацию. Постоянно растет численность рабочих-ремонтников, превысив в настоящее время 15% подземной группы. Трудоемкость работ по ремонту составляет около 80 чел.-см. на 1000 т суточной добычи в среднем по отрасли, а по ряду объединений намного больше: "Донецкуголь" - 145 чел.-см. на 1000 т, "Лисичанскуголь" - 108, "Макеевуголь" - 98, "Первомайскуголь" - 97.

Перекрепления и подрывки выполняются обычно, когда выработка уже не соответствует требованиям к эксплуатационному состоянию и ее необходимо останавливать. Все работы по ремонту осуществляются практически вручную и характеризуются высоким уровнем травматизма. Объем породы от ремонта составляет 30-60% выдаваемого на поверхность объема породы.

Около 90% выработок закреплено металлической податливой крепью, однако ее параметры часто принимаются недостаточно обосновано. Мероприятия по сохранению устойчивости выработок требуют дополнительных затрат и не применяются по причинам экономического характера.

Работа является частью исследований, выполненных в Донецком государственном техническом университете. Базой для ее подготовки и представления в спецсовет явились госбюджетные и хозяйственные НИР /номера госрегистрации 01880000888, 01910003132, 01890076088, 01910015253, 01930027072/.

Целью работы является разработка способов сохранения устойчивости полевых горных выработок локальной разгрузкой вмещающих пород в период проходки.

Идея работы заключается в использовании взрывных работ в

ЛНБ им. В. Стефанька
ДНУ Украины

период проходки выработки для создания локальной разгрузки в окружающих породах и улучшения условий работы податливой крепи.

Методы исследований. Для достижения поставленной цели в работе использован комплексный метод, включающий анализ и обобщение опыта поддержания горных выработок, шахтные инструментальные наблюдения, физическое моделирование на эквивалентных материалах, лабораторные испытания образцов горных пород, аналитические исследования, статистическую обработку экспериментальных данных, промышленную проверку и внедрение разработанных способов.

Научные положения, выносимые на защиту, и их новизна:

1. При неплотном контакте крепи с контуром пройденной выработки экспериментально установлены особенности работы системы крепь-окружающие породы, заключающиеся в восприятии крепью нагрузки со стороны пород кровли через 30-60 суток и боков выработки через 10-25 суток; в кровле выработки в случае отклонения направления преобладающих смещений пород на $10-15^\circ$ и более от вертикали податливая крепь начинает работать в жестком режиме, не исчерпав своей конструктивной податливости на 40-50%.

2. Экспериментально доказана возможность обматия крепи окружающими породами за счет их взрывного разрыхления при проходке и повышения устойчивости крепи к воздействию взрывной волны.

3. Установлена эмпирическая зависимость потери площади поперечного сечения в свету поддерживаемой выработки от величины коэффициента разрыхления пород при взрывной забутовке закрепного пространства в период проходки выработки.

4. При взрывной забутовке закрепного пространства установлена эмпирическая зависимость удельного расхода взрывчатых веществ от предела прочности пород на растяжение.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций работы обеспечивается: анализом опыта поддержания горных выработок, представительным объемом шахтных инструментальных наблюдений, корректностью постановки шахтных и лабораторных экспериментов, использованием методов математической статистики при обработке результатов экспериментов и установлении эмпирических зависимостей, удовлетворительной сходимостью экспериментальных и расчетных /расхождение $\pm 15\%$ /, положительными результатами промышленной проверки разработанных способов и экономической эффективностью их внедрения.

Научное значение работы заключается в более полном раскрытии особенностей работы системы крепь-окружающие породы при неплотном контакте и несоответствии направления преобладающих смещений пород податливости крепи, установлении возможности обжатия крепи окружающими породами за счет их взрывного разрыхления при проходке и повышения устойчивости крепи к воздействию взрывной волны, исследовании взрывной забутовки закрепного пространства и установлении ее параметров.

Практическое значение работы состоит в следующем:

- обоснована целесообразность применения взрывных работ для локальной разгрузки вмещающих пород и улучшения условий работы податливой крепи при проходке полевой выработки;

- разработаны способы сохранения устойчивости выработок на основе локальной разгрузки взрывом /новизна подтверждается 3 авторскими свидетельствами и 2 положительными решениями/;

- проведена промышленная проверка способов, определены меры безопасности при их выполнении и область рационального применения.

Реализация выводов и рекомендаций работы. Способ взрывной забутовки закрепного пространства внедрен при проведении обходной выработки околоствольного двора гор.880 м шахты "Новодружеская" и северного квершлага пл.67,6 гор.780 м шахты им.Д.Ф.Мельникова ПО "Лисичанскуголь". Экономический эффект от исключения ремонта выработок составил 14534 руб. /1989 г./ и 194040 крб. /1991 г./.

Способ поддержания горных выработок с использованием взрывораспорных анкеров внедрен в обходном квершлага околоствольного двора гор.840 м шахты "Новодружеская". Экономический эффект от исключения ремонта составил 13986 руб. /1988 г./.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и получили одобрение на заседании секции угольной промышленности Научно-технического совета Госгортехнадзора УССР по рассмотрению вопроса "О мерах по предупреждению аварий и производственного травматизма при прохождении подготовительных выработок на угольных шахтах" /Донецк, 1988 г./, Всесоюзном научно-техническом совещании "Пути улучшения состояния горных выработок" /Донецк, 1989 г./, Республиканской конференции молодых ученых "Проблемы совершенствования безопасности работ на угольных шахтах" /Донецк, 1991 г./, на заседаниях научно-технического

совета ПО "Лисичанскуголь" /Лисичанск, 1990 и 1992 г.г./, 1-й научно-практической конференции выпускников горного факультета "ДонГТУ и совершенствование добычи угля в Донбассе" /Донецк, 1995 г./, на расширенном заседании кафедры горной геомеханики ДонГТУ /Донецк, 1997 г./.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, в том числе 6 статей, 3 авторских свидетельства и 2 положительных решения на изобретения.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, изложена на 115 страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка, 10 таблиц, библиографию из 104 наименований, 9 приложений на 36 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Исследователи выделяют следующие основные причины потери устойчивости горных выработок: несоответствие параметров применяемых крепей и способов охраны горно-геологическим и техническим условиям поддержания; отсутствие плотного контакта крепи с породным массивом после ее возведения, а также последующее нарушение восстановившегося равновесного состояния.

Для оценки состояния горных выработок и влияния горно-геологических и технических факторов на устойчивость системы крепь-массив проводилось обследование выработок шахт Лисичанского и Донецко-Макеевского районов Донбасса, где объемы ремонтов и затраты на поддержание превышают среднеотраслевые.

При обследовании поддерживаемых и сооружаемых полевых выработок - уклонов, квершлагов, штреков, ветвей околоствольных дворов - установлено, что наибольшее влияние на устойчивость системы окружающие породы имеют следующие факторы:

- наличие зазоров и пустот между породным контуром и постоянной крепью /после ее возведения/ со средней величиной более 0,2 м /отмечено в 45% выработок, пройденных под углом и вкрест простиранию; в 34% выработок, пройденных в направлении, близком к простиранию/;

- несовпадение направления податливости крепи с преобладающими смещениями пород, более, чем на 10-15° /соответственно 12 и 59%/;

- технология и параметры проходческих работ /комбайновое проведение обеспечивает лучшее оконтуривание и меньшую нарушенность вмещающих пород, однако в слабометаморфизованных породах при буровзрывном способе проходки смещения породных обнажений начинаются позже и носят менее интенсивный характер; важное значение для условий работы рам имеет амплитуда неровностей контура независимо от способа проходки/.

Добиться сохранения устойчивости системы крепь-окружающие породы и выработки на период ее эксплуатации можно за счет совершенствования технологии проведения и крепления, конструкций крепей, а также применения способов охраны. По каждому из этих направлений имеются фундаментальные и прикладные разработки ведущих организаций в Украине: ДонуТИ, ИГТМ НАН Украины, УкрНИИМИ, УкрНИИОМПС, ДонГТУ, ДРМИ, ДонГАСА, ДРГА- и за ее пределами: ВНИИМИ, ИГД им. А.А.Скочинского, МГУ, СПбГУ, ИУ СО РАН и других. Анализ выполненных работ и практического применения их результатов показывает, что одним из наиболее перспективных путей решения проблемы сохранения устойчивости горных выработок является совершенствование локальной разгрузки вмещающих пород с учетом особенностей их совместного деформирования с податливой крепью.

В этой связи сформулированы цель работы, ее идея и поставлены задачи исследований:

- изучить особенности деформирования приконтурного массива и податливой крепи при их неплотном контакте после проведения выработки, несоответствии направления податливости крепи преобладающим смещениям пород и воздействию взрывных работ;

- оценить влияние локальной разгрузки взрывом вмещающих пород при проходке на устойчивость выработки, определить оптимальные параметры локальных мероприятий;

- разработать способы сохранения устойчивости горных выработок;

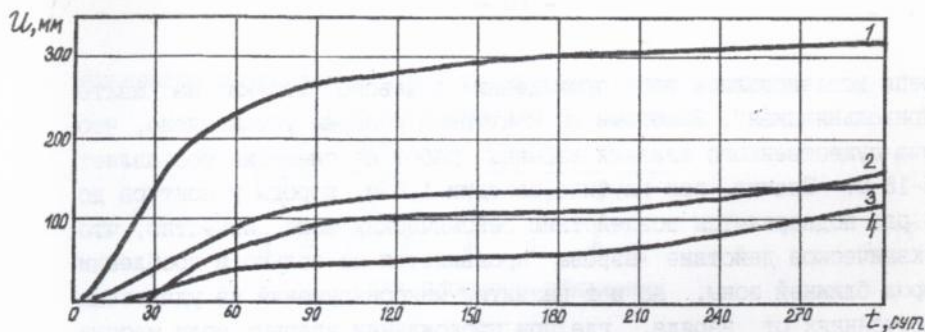
- провести опытно-промышленную проверку и внедрение способов.

Деформирование приконтурного массива и крепи при неплотном контакте изучалось на замерных станциях контурных и глубинных реперов, оборудованных в выработках шахт "Черноморка", "Новодружеская", "Привольнянская" ПО "Лисичанскуголь", им.А.Б.Батова, "Чайкино-Глубокая" ПО "Макеевуголь" и им.М.И.Калинина ПО "Донец-

куголь". Установлено, что смещения элементов крепи начинаются через 30-60 суток после начала смещений пород кровли и 10-25 суток после начала сближения породных стенок. За период до вступления крепи в работу реализуется 28-54% смещений породного контура, происходящих до их стабилизации или производства ремонта, а наибольшему расслоению и разрыхлению подвергается приконтурный слой мощностью 1,5-2,5 м, коэффициент разрыхления 1,08-1,17. В дальнейшем опережающие по интенсивности смещения пород и крепи происходят поочередно, деформации распространяются на более удаленные от выработки участки (до 1,5-2,0 пролетов), слои пород уплотняются и расширяются. Конечные смещения элементов крепи составляют 50-80% конечных смещений породного контура. Характерные графики в обходном квершлага гор. 590 м шахты "Черноморка" приведены на рис. 1, а.

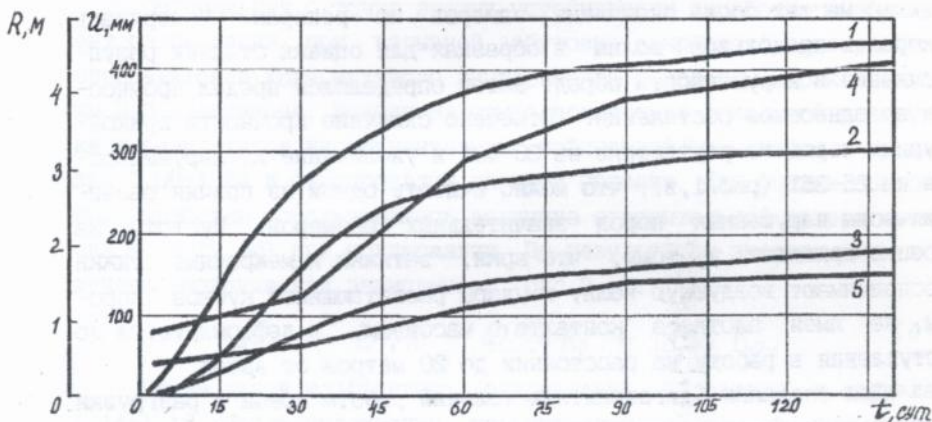
Влияние направления преобладающих смещений на устойчивость выработки и крепи изучалось на замерных станциях контурных реперов и с помощью радиоволнового зонда УКП в выработках шахт им. Д.Ф.Мельникова, "Новодружеская" и им.Г.Г.Капустина ПО "Лисичанскуголь". Установлено, что преобладающие смещения происходят примерно по нормали к напластованию даже при отсутствии ярко выраженной слоистости массива. Они превышают конвергенцию в вертикальном направлении на 30-45%, а конвергенцию боков - в 1,5-3,5 раза. Этому способствует более интенсивное и длительное развитие зоны неупругих деформаций по нормали к напластованию (рис.1,б). Нагрузки на арку формируются неравномерно. Со стороны падения пород замок блокируется практически сразу после вступления крепи в работу, а со стороны восстания податливость частично реализуется лишь до момента потери соосности верхняка и ножки, после чего развальцовывается срез ножки, верхняк прогибается, часто происходит разрыв хомутов. В результате рама переходит в жесткий режим работы в период интенсивных смещений, не исчерпав конструктивной податливости даже на 40-50%. В то же время арочная податливая крепь рекомендуется к применению при угле падения пород до 30°. Можно утверждать, что для крепи допустимы смещения большие, чем зафиксированные при потере устойчивости, но происходящие в направлении, близком к вертикали.

Влияние взрывных работ в проходческом забое на деформационное состояние приконтурного массива и устойчивость постоянной



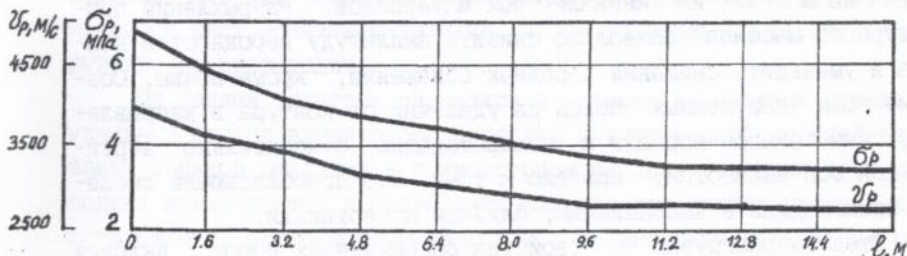
1-породы кровли; 2-верхняк; 3-породные стенки; 4-ножки

а



1-конвергенция кровли-почвы по нормали к напластованию;
2-то же, по вертикали; 3-конвергенция породных стенок;
4-глубина зоны разрушения по нормали к напластованию;
5-то же, по восстанию пород

б



в

а) смещений породного контура и элементов крепи; б) конвергенции пород и глубины зоны разрушения; в) изменения предела прочности на одноосное растяжение и скорости продольной волны

Рисунок I - Графики по результатам шахтных инструментальных наблюдений

крепи исследовалось при проведении полевого штрека на шахте "Привольнянская". Замерами по контурным реперам установлено, что зона существенного влияния взрывных работ на смещения составляет 15-16 м. Значит, при глубине заходки 1,6 м, породы у контура до 10 раз подвергаются воздействию сейсмических волн. Известно, что механическое действие взрыва проявляется не только в дроблении пород ближней зоны, но и в развитии микронарушений на удаленных расстояниях от заряда, где при прохождении ударных волн массив переходит в состояние предразрушения. Керновые пробы пород отбирались последовательно в каждой заходке, а затем одновременно в тех же местах после окончания замеров по реперам. Измерялась скорость продольной волны в образцах для оценки степени разупрочнения и нарушенности пород. Затем определялся предел прочности на одноосное растяжение. Отмечено снижение прочности приконтурных пород на растяжение на 30-40% и увеличение их нарушенности на 25-35% (рис. 1, в), что можно считать одной из причин развития зоны нарушенных пород значительных размеров. Пустоты за крепью приводят к тому, что арки, затяжки и межрамные стяжки воспринимают воздушную волну и удары разлетающихся кусков породы, не имея плотного контакта с массивом, и деформируются до вступления в работу на расстоянии до 20 метров от забоя.

Для создания благоприятных условий работы крепи и разгрузки породного контура от повышенных напряжений предложены взрывная забутовка закрепного пространства и управление преобладающими смещениями созданием асимметричной зоны нарушенных пород.

Проверка эффективности этих локальных мероприятий была проведена на моделях из эквивалентных материалов. Разрыхление приконтурного массива позволило снизить амплитуду неровностей контура и уменьшить смещения породных обнажений, кроме почвы. Создание зоны нарушенных пород на удалении от контура в направлении, симметричном нормали к напластованию относительно вертикальной оси выработки, привело к тому, что преобладающие смещения происходили в направлении, близком к вертикали.

Степень разгрузки и свойства разрыхленных пород, включая несущую способность, характеризуются коэффициентом разрыхления. При взрывной забутовке закрепного пространства глубина разрыхляемой зоны h , величина зазора между крепью и массивом b , радиус внешнего контура крепи r , радиус зоны разрыхления R связаны с коэф-

коэффициентом разрыхления K_p следующими зависимостями:

для криволинейного обнажения

$$K_p = \frac{R^2 - r^2}{R^2 - (r^2 + b^2)} ; \quad (1)$$

$$R = r + b + h ; \quad (2)$$

для плоского обнажения

$$K_p = \frac{h + b}{h} . \quad (3)$$

Оптимальный с точки зрения устойчивости выработки коэффициент разрыхления при взрывной забутовке закрепленного пространства определялся в ходе шахтного эксперимента в полевом штреке шахты им. Д. Ф. Мельникова. Исходя из опыта применения локальной разгрузки и результатов инструментальных наблюдений K_p изменялся в пределах 1,08-1,24 и фиксировался на пяти уровнях. Для оценки состояния выработки использовалась величина относительной потери сечения в свету (δ) при поддержании. По результатам эксперимента получена эмпирическая зависимость (рис. 2, а):

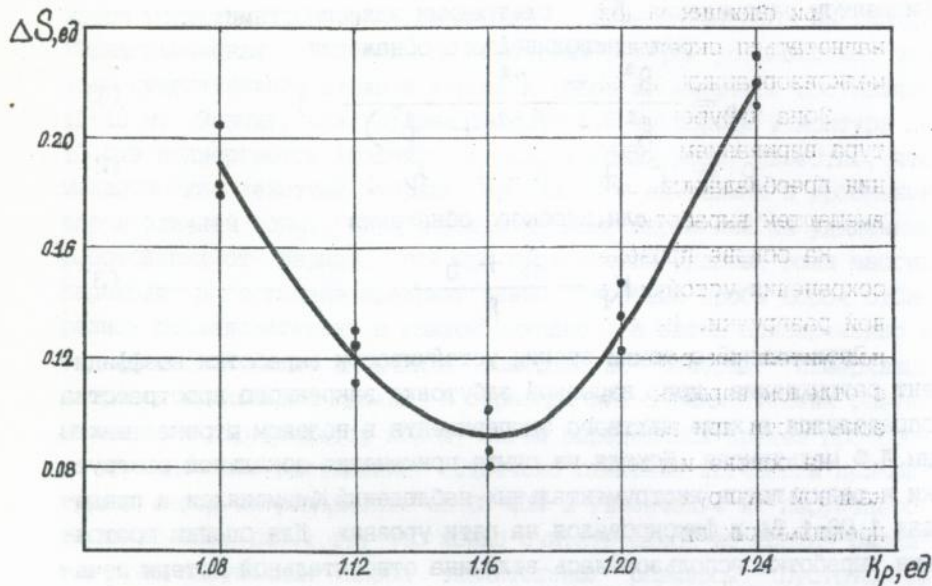
$$\Delta S = 24,46 - 42,24 \cdot K_p + 18,30 \cdot K_p^2 . \quad (4)$$

Оптимальный коэффициент разрыхления находится в пределах 1,14-1,18. После уплотнения разрыхленной породы в результате смещений массива конечный коэффициент разрыхления составляет, по данным эксперимента, 1,05-1,09.

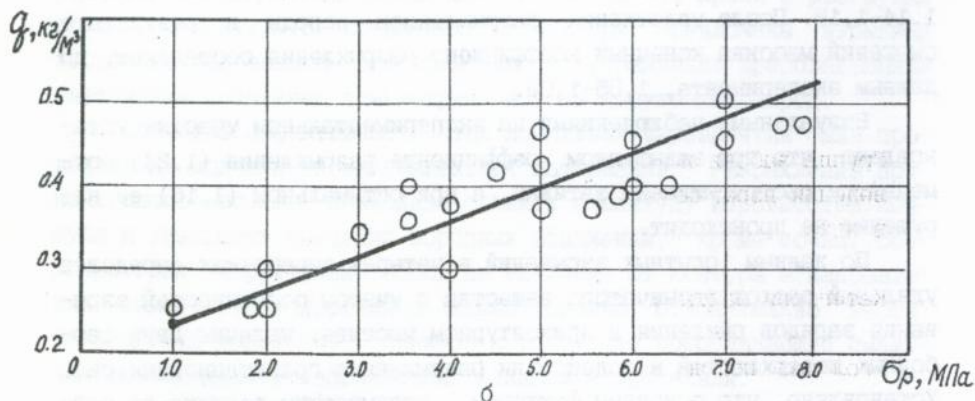
Визуальными наблюдениями на экспериментальном участке установлено, что при завышенном коэффициенте разрыхления (1,24) отмечается растрескивание затяжки, а при оптимальном (1,16) ее нарушение не происходит.

По данным опытных взрываний в четырех выработках определен удельный расход взрывчатого вещества с учетом особенностей взрывания зарядов рыхления в приконтурном массиве: наличия двух свободных поверхностей и содействия разрыхлению гравитационных сил. Установлено, что основным фактором, оказывающим влияние на разрыхление пород в этих условиях, является предел прочности на одностороннее растяжение. Получена эмпирическая зависимость (рис. 2, б):

$$q_v = 0,185 + 0,044 \cdot \sigma_p . \quad (5)$$



а



а) коэффициента разрыхления пород в закрепном пространстве;

б) удельного расхода ВВ

Рисунок 2 - Определение параметров буровзрывных работ при взрывной забутовке закрепного пространства

Определен порядок взрывания, обеспечивающий подпор кровле выработки от разрыхленной породы и форму работы взрыва - рыкление с сохранением геологической структуры массива. Шпуров взрываются попарно снизу вверх, в один прием со шпурами в забое, но в первых сериях замедления.

Статическая нагрузка на крепь от разрыхленной породы определена по зависимостям для жестко-пластических моделей с учетом известного размера зоны разрыхления и величины коэффициента разрыхления:

для криволинейного обнажения

$$p = \gamma \left[\frac{r}{K_p \cdot \xi \cdot \operatorname{tg} \rho} \left(1 - \exp \left(- \frac{\operatorname{tg} \rho \cdot \xi (h + h_0 - 1)}{r} \right) \right) - \frac{S}{2 \cdot r} + 1 \right], \text{ МПа} \quad (6)$$

для плоского обнажения

$$p = \frac{\gamma \cdot r}{K_p \cdot \xi \cdot \operatorname{tg} \rho} \left(1 - \exp \left(- \frac{\operatorname{tg} \rho \cdot \xi \cdot h}{r} \right) \right), \text{ МПа} \quad (7)$$

где γ - объемный вес пород кровли, МН/м³; h_0 - высота выработки в проходке, м; S - площадь сечения выработки в проходке, м²; ρ - угол внутреннего трения пород кровли, град; $\xi = \frac{1 - \sin \rho}{1 + \sin \rho}$

При взрывной забутовке воздействие разрыхляемой породы на элементы крепи носит динамический характер, поэтому с учетом величины зазора между крепью и массивом и протяженности участка отсутствия контакта определен коэффициент динамичности:

$$\mu = 1 + \sqrt{\frac{768 \cdot \beta \cdot E \cdot I}{5 \cdot \lambda \cdot l^4 \cdot (h \cdot l_{кр} \cdot \gamma + G)}} \quad (8)$$

где EI - изгибная жесткость профиля, м⁴; λ - коэффициент условий закрепления; l - протяженность участка отсутствия контакта, м; $l_{кр}$ - шаг крепи, м; G - линейная плотность профиля, кг/м.

Для управления преобладающими смещениями зону разрыхленных пород необходимо создавать асимметричной формы.

Могут применяться также взрывораспорные трубчатые анкеры. Часть заряда ВВ, расположенного в анкере, расходуется на закрепление анкера в шпуре и создание на удалении от контура зоны пониженных напряжений, а другая часть - на заполнение закрепного пространства арок разрыхленной породой. Анкеры могут устанавливаться по всему периметру арочного сечения, либо только в нап-

равлении преобладающих смещений.

При сложных условиях поддержания в разрыхленные породы может нагнетаться скрепляющий раствор с оставлением демпферного слоя мелкозрванных пород в зоне расположения зарядов ВВ.

Зона нарушенных пород может быть создана на удалении от контура взрыванием камуфлетных зарядов для регулирования направления преобладающих смещений или снижения уровня напряжений во вмещающем выработку массиве за счет локальной разгрузки.

На основе проведенных исследований разработаны новые способы сохранения устойчивости выработок, использующие принцип локальной разгрузки. На способы получено 3 авторских свидетельства и 2 положительных решения на изобретения. Разработаны и согласованы с отделом взрывных работ и взрывчатых материалов МинНИИ меры безопасности при выполнении способов.

На основе исследований, экспериментов и опыта применения локальной разгрузки определена область рационального использования предложенных способов:

Расположение и тип выработок	- полевые подготавливающие и подготовительные
Вмещающие породы	- не опасные по внезапным выбросам, прочностью на одноосное сжатие до 80 МПа, класс нарушенности 1, 2, 3 по СНиП-94-80
Группа забоев по режимам ведения взрывных работ в них	- 1, 2
Категория шахты по газу	- Любая
Угол падения пород	- до 35°
Угол наклона выработки при проведении по восстанию	- до 18°
по падению	- до 10°

Способ проведения выработок	- буровзрывной
Крепь выработок	- металлическая податливая

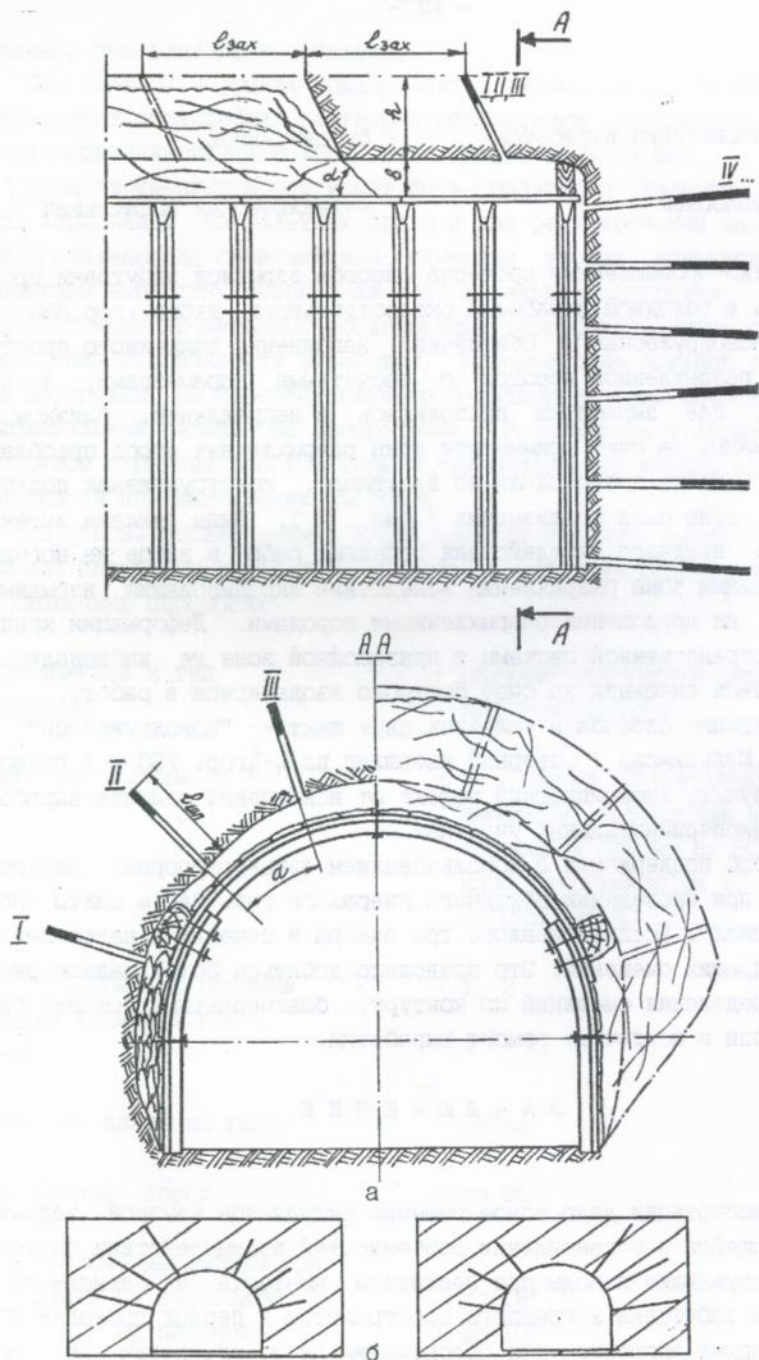
Опытно-промышленная проверка способа взрывной забутовки проводилась в обходной выработке околоствольного двора гор. 680 м шахты "Новодружеская". Обеспечено заполнение закрепного пространства разрыхленной породой с расчетными параметрами, а на участке, где выработка проводилась в направлении, близком к простираению, за счет асимметрии зоны разрыхленных пород преобладающие смещения происходили по вертикали, конструктивная податливость крепи была реализована (рис. 3). Была снижена интенсивность вредного воздействия взрывных работ в забое на породы за пределами зоны разрыхления вследствие экранирования взрывных волн и их поглощения разрыхленными породами. Деформации крепи как пространственной системы в призабойной зоне не наблюдались. Уменьшились смещения за счет быстрого ввода крепи в работу.

Внедрение способа в условиях двух шахт - "Новодружеской" и им. Д.Ф.Мельникова / северный квершлаг пл. l_1-l_2 гор. 730 м / позволило получить экономический эффект от исключения ремонта выработок на экспериментальных участках.

Способ поддержания с использованием взрывораспорных анкеров внедрен при проведении обходного квершлага гор. 840 м шахты "Новодружеская". Устанавливалось три анкера в сечении в направлении преобладающих смещений. Это позволило добиться более равномерного распределения смещений по контуру, благоприятных условий работы крепи и исключить ремонт выработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертации дано новое решение актуальной научной задачи, заключающейся в установлении особенностей взаимодействия системы крепь-окружающие породы при неплотном контакте и зависимостей взрывной забутовки закрепного пространства в период проходки полевых горных выработок для обеспечения их устойчивости при эксплуатации.



а) технологическая схема; б) асимметрия зоны разрыхленных пород для управления преобладающими смещениями

Рисунок 3 - Способ крепления горных выработок со взрывной забутовкой закрепного пространства

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем :

1. При неплотном контакте породного массива с податливой крепью выработки после ее возведения особенности совместного деформирования заключаются в первоначально опережающих по времени /30-60 суток в кровле и 10-25 в боках/ и интенсивности смещениях породных обнажений по отношению к элементам крепи, затем в их чередующемся опережении, реализации до вступления крепи в работу 28-54 % конечных смещений пород с образованием развивающейся зоны неупругих деформаций, неконтролируемый рост которой приводит в дальнейшем к потере устойчивости выработки.

2. Несовпадение преобладающих смещений породного контура, наблюдающихся обычно по нормали к напластованию и превышающих вертикальную конвергенцию на 30-45 %, и податливости крепи более, чем на 10-15° приводит к формированию сосредоточенных косонаправленных нагрузок и заклиниванию узлов податливости, рамы переходят в жесткий режим работы, не исчерпав конструктивной податливости на 40-50 %. В период интенсивных смещений это приводит к потере устойчивости выработки. Такие деформации характерны для выработок, пройденных по простиранию или близко к этому направлению.

3. Многократное /7-10 раз/ воздействие взрывных работ в проходческом забое на приконтурный массив приводит к снижению прочности пород на растяжение на 30-40 % и увеличению нарушенности на 25-35 %, что является одной из причин развития зоны неупругих деформаций и интенсивных смещений пород при эксплуатации выработки. Рамы, затяжки и межрамные стяжки деформируются взрывной волной на расстоянии до 20 м от забоя ввиду отсутствия контакта с окружающими породами.

4. Взрывная забутовка закрепного пространства в период проходки обеспечивает создание плотного контакта крепи с окружающими породами и снижение интенсивности воздействия взрывных работ в проходческом забое на приконтурный массив и крепь за счет обжатия рам до взрывания в забое и поглощения взрывных волн в зоне нарушенных пород. Создание зоны нарушенных пород асимметричной формы, при необходимости ее механическое или инъекционное упрочнение позволяет управлять распределением смещений по контуру выработки для реализации конструктивной податливости крепи и сохранения устойчивости выработки.

5. Установлена эмпирическая зависимость потери площади поперечного сечения в свету поддерживаемой выработки от величины

коэффициента разрыхления пород при взрывной забутовке закрепного пространства в период проходки. Оптимальные для обеспечения устойчивости выработок значения коэффициента разрыхления составляют I, I4-I, I8.

6. Установлена эмпирическая зависимость удельного расхода взрывчатых веществ при взрывной забутовке от предела прочности пород на растяжение при наличии двух открытых поверхностей и содействии разрыхлению сил гравитации. Определены порядок взрывания, обеспечивающий подпор массиву, и нагрузка на крепь от разрыхленных взрывом пород с учетом их динамического воздействия и величины зазора между крепью и массивом.

7. Разработаны способы сохранения устойчивости полевых горных выработок, основанные на принципе локальной разгрузки, для различных условий поддержания и особенностей деформирования приконтурного массива. Новизна способов подтверждена 5 авторскими свидетельствами на изобретения. Определена область рационального применения способов, разработаны и согласованы с МакНИИ меры безопасности при их выполнении.

8. Промышленная проверка способа взрывной забутовки в условиях шахты "Новодружеская" показала его технологичность и эффективность. Экспериментально установлено снижение смещений породного контура и равномерное нагружение постоянной крепи. Внедрение способов сохранения устойчивости на шахтах "Новодружеская" и им. Д.Ф.Мельникова ПО "Лисичанскуголь" позволило получить за счет исключения ремонта выработок реальный экономический эффект в размере I3 386 руб./I988 г./, I4 534 руб./I989 г./, I94 040 руб./I992 г./.

Основные научные положения и прикладные результаты исследований опубликованы в следующих работах соискателя :

I. Промышленная проверка способа взрывной забутовки закрепного пространства/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Каменец и др.// Подземное и шахтное строительство. - I99I. - № I. - С. I7-I9.

2. Каменец В.И., Кошелев О.К. Шахтные исследования взаимодействия крепи с вмещающим массивом/Донецк.политехн.ин-т. - Донецк, I99I. - IO с. - Деп. в ЦНИИуголь I5.05.9I. - № 5288.

3. Кошелев К.В., Игнатович Н.В., Каменец В.И. Повышение устойчивости выработок путем активного воздействия на вмещающий массив //Разраб. месторождений полезн. ископаемых : Респ. межвед. науч.-техн. сб. - К.: Техника, I99I. - Вып. 90. - С. 60-63.

4. Укрепление породного массива/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Полтавец, В.И.Каменец и др.//Поддержание сопряжений горных выработок. - К.: Техника, I99I. - С. I48-I58.

5. Каменец В.И., Татаринцев В.В., Зинченко С.А. Характер взаимодействия податливой крепи с породным массивом // Известия Донецкого горного института. - 1996. - № 2. - С.79-80.

6. Каменец В.И. Влияние взрывных работ в проходческом забое на деформационное состояние приконтурного массива // Уголь Украины - в печати.

7. А.с.1642020 СССР, МКИ Е 21 Д II/00. Способ крепления горных выработок/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Каменец. - № 4653443/03; Заявлено 21.02.89; Опубл. 15.04.91, Бюл. № 14.-3 с.

8. А.с.1714142 СССР, МКИ Е 21 Д II/00. Способ крепления горных выработок/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Каменец, Д.П.Цехмистер. - № 4794062/03; Заявлено 19.02.90; Опубл. 23.02.92, Бюл. № 7. - 4 с.

9. А.с.1752968 СССР, МКИ Е 21 Д II/00. Способ разгрузки горной выработки от напряжений/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Каменец, Д.П.Цехмистер, А.Е.Кирьяков. - № 4827151/03; Заявлено 21.05.90; Опубл. 07.08.92; Бюл. № 29. - 6 с.

10. Способ поддержания горных выработок/Н.В.Игнатович, В.И.Каменец. - Положительное решение по заявке № 4909824/03 МКИ Е 21 Д 20/00 от 03.01.92; Заявлено 12.02.91.

11. Способ крепления горных выработок/К.В.Кошелев, Н.В.Игнатович, В.И.Каменец, Л.Ю.Луговой. - Положительное решение по заявке № 4820867/03 МКИ Е 21 Д II/00 от 27.02.92; Заявлено 03.05.90.



АНОТАЦІЯ

Каменець Вячеслав Ігорович. Розробка способів збереження стійкості польових виробок локальним розвантаженням вміщуючих порід.

Дисертація у формі рукопису на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.15.02 - "Подземна розробка родовищ корисних копалин". Донецький державний технічний університет: Донецьк. - 1997.

В дисертаційній роботі дано нове рішення актуальної наукової задачі, яка полягає у розкритті особливостей спільного деформування приконтурного масиву і кріплення при відсутності щільного контакту, незбіжності переважних зміщень порід з напрямком піддатливості кріплення; встановлені можливості обтиснення кріплення вміщуючими породами за рахунок їх вибухового розпушення при проходженні та підвищення стійкості кріплення до впливу вибухової хвилі; встановлені параметри вибухової забутівки закріпленого простору.

Розроблено нові способи збереження стійкості польових виробок. Здійснено дослідно-промислово перевірку і впровадження способів з економічним ефектом на шахтах ВО "Лисичанськвугілля".

АБСТРАКТ

Vyacheslav I.Kamenets. Development of the rock drifts stability preservation methods by local destressing of the enclosing rocks.

Dissertation is in order to search the Candidate of Science in technology degree on speciality 05.15.02 - "The underground development of deposits of useful mineral". The Donetsk State Technical University: Donetsk. - 1997.

The thesis includes the new actual scientific problem solution for disclosing of rock mass and support joint deformation peculiarities with overbreakage and misalignment between prevailing rock shift and yielding of the support; for determine of the support height reduction by blast ripped enclosing rocks possibility during drivage and rising of blast wave support protection; for determine of the blasting backfilling parameters.

New rock drifts stability preservation methods were practically tested and adopted with economic effect in the coal mines of "Lysitchanskugol".

Ключові слова:

ПОЛЬОВА ВИРОБКА, СТІЙКІСТЬ, ЗМІЩЕННЯ ПОРІД, ПІДДАТЛИВЕ КРІПЛЕННЯ, ВИБУХОВА ЗАБУТІВКА, КОЕФІЦІЄНТ РОЗПУЩЕННЯ, ЗАКРІПЛЕНИЙ ПРОСТІР, ЛОКАЛЬНЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ.

436019

Ав 37.405
АВ 37.405

Подп. в печать 30.03.97 г.

Ризографическая печать.

Уч.-изд. л. 1,12

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 1, 0

Тираж 100 экз.

Бумага KymNova.

Усл. кр.-отг. 1, 10

Заказ № 121/97

Донецкий государственный технический университет

МЧП "ЛИК", г. Донецк, 230-й стрелковой дивизии, 16, тел. 93-00-93