

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ

МУХІН Анатолій Васильович

УДК 622.831.3

**РОЗРОБКА СПОСОБІВ ТА ОБГРУНТУВАННЯ
ПАРАМЕТРІВ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ ВИЙМАЛЬНИХ
ШТРЕКІВ ДЛЯ ЇХ ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ
У НЕСТІЙКИХ ПОРОДАХ ШАХТ ЗАХІДНОГО
ДОНБАСУ**

05.15.11 — «Фізичні процеси гірничого виробництва»

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



00743596 (Y)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті

та виробничому об'єднанні "Павлоградбудмаш".

Науковий керівник: лауреат Державної премії України,

доктор технічних наук

ВИНОГРАДОВ Віктор Васильович,

ІТМ НАН України, заступник директора.

Офіційні опоненти: лауреат Державної премії, заслужений винахід-

ник України, доктор технічних наук, професор

ЗОРІН Андрій Микитович,

ІТМ НАН України, завідуючий відділом;

кандидат технічних наук

ТИМОЦЬУК Василь Іполітович,

ДГА України, доцент.

Провідна установа:

Донецький фізико-технічний інститут НАН України,

Відділення фізико-технічних гірничих проблем, м. Донецьк.

Захист відбудеться 23.01 1998 р. о 11 годині на засіданні спеціалізованої ради Д08.188.01 по захисту дисертацій в Інституті геотехнічної механіки Національної Академії наук України (320095, м. Дніпропетровськ, вул. Сімферопольська, 2а).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геотехнічної механіки НАН України, м. Дніпропетровськ-95, вул. Сімферопольська, 2а.

Автореферат розісланий "18 грудня 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради,

канд. техн. наук

ПЕРЕПЕЛИЦЯ В.Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність та ступінь вивчення тематики

Для видобутку одного мільйона тон вугілля на шахтах Західного Донбасу проходять біля 10 км підготовчих виробок, 70 % із яких складають виймальні штреки. Охорона останніх в умовах нестійких порід (III - IV категорії стійкості відповідно БНіП II-94-80) достатньо складна задача, на вирішення якої необхідні досить значні витрати. Із цих міркувань виймальний штрек сусідньої лави проходять, як правило, упритул до штреку сусідньої лави, за рахунок чого об'єм підготовчих робіт збільшується на 35-40 %. Тому розробка способів і обґрунтування параметрів засобів, які забезпечують збереження виймального штреку з мінімальними затратами для його повторного використання, дуже своєчасні і актуальні. Вирішення проблеми стримується недостатнім вивченням геомеханічних процесів, які протікають у вуглепородному масиві поблизу виймальних штреків під впливом очисних робіт та охоронних технологічних заходів і, як наслідок, відсутністю ефективних способів і засобів охорони виймальних штреків, які забезпечували б можливість їх повторного використання.

Дослідженнями, виконаними у цілому ряді наукових установ країни СНД, зокрема, у ВНДМІ, ДГА України, ДонВУГІ, ІГД ім. Скопинського, ІГТМ НАН України, ЛГІ, МГП виявлені основні закономірності поведінки вуглепородного масиву поблизу гірничих виробок, мінливості його напружено-деформованого стану під впливом очисних і прохідницьких робіт, розроблені достатньо ефективні засоби кріплення виробок, в цілому, та виймальних штреків, зокрема. Значний внесок у вивчення закономірностей формування напружено-деформованих зон у вуглепородному масиві поблизу гірничих виробок, розробку методології прогнозу деформаційних процесів, а також способів і засобів охорони гірських виробок внесли Ардашев К.А., Баклашов І.В., Булат А.Ф., Виноградов В.В., Заславський Ю.З., Зборщук М.П., Зорін А.М., Курленя М.В., Мельников Н.І., Усаченко Б.М., Черняк І.А., Шемякін Е.І., Ямщиков В.С. та інші.

Однак питання охорони виймальних штреків і особливо таких, що пройдені в нестійких породах, вивчено ще недостатньо, тому спроби використовувати в цих умовах традиційні способи та засоби кріплення

штреків не привели до позитивних результатів. Вихід із ситуації, що створилася, на наш погляд, може бути знайдений шляхом ціленаправленого керування процесом формування напружено-деформованих зон на спряженнях "виймальний штрек-лава", що здійснюється з урахуванням особливостей поведінки нестійких порід. Робота виконана у відповідності з програмою науково-дослідних робіт "Геомеханіка вкрай напружених порід" Інституту геотехнічної механіки НАН України і планами науково-технічних робіт ВО "Павлоградвугілля".

Мета роботи - розробка способів і обґрунтування параметрів засобів охорони виймальних штреків для їх повторного використання в нестійких породах на основі досліджень геомеханічних процесів, які проходять у вуглепородному масиві поблизу виймальних штреків.

Ідея роботи полягає у використанні встановлених закономірностей формування зон розвантаження і концентрації напружень в масиві поблизу виймальних штреків для управління станом вуглепородного масиву з метою збереження штреків в умовах нестійких порід.

Задачі досліджень.

1. Розробити методику і апаратуру експрес-контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив".
2. Вивчити особливості проявів гірського тиску і його впливу на охоронні конструкції виймальних штреків, які пройдені у нестійких породах.
3. Розробити способи охорони виймальних штреків для їх повторного використання в умовах нестійких порід.
4. Обґрунтувати параметри засобів охорони виймальних штреків для їх повторного використання.

Обґрунтування теоретичної і практичної цінності дослідження та його наукової новизни

Наукове значення роботи полягає у розвитку геомеханіки масиву гірських порід, в установленні закономірностей і динаміки формування напружено-деформованих зон в масиві на спряженнях лав з виймальними штреками, пройденими в нестійких породах, у визначенні впливу положення фронту очисних робіт, типу і параметрів охоронних конструкцій, кута обрушення порід основної покрівлі на величину концентрації на-

пружень поблизу виймального штреку та зменшення його робочого перерізу.

Практичне значення роботи полягає в розробці та експериментальній апробації методики і апаратури експрес-контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив", в розробці та упровадженні геомеханічно обгрунтованих способів і засобів охорони виймальних штреків, що забезпечують їх повторне використання в умовах нестійких порід.

Наукова новизна.

1. Встановлено вперше, що силові характеристики взаємодії в системі "кріплення-масив" однозначно визначаються амплітудою власних коливань арочного кріплення в діапазоні частот 0,03-0,2 кГц, що виникають в процесі її контролю ударно-хвильовим методом.

2. Розроблена математична модель напружено-деформованого стану вуглепородного масиву поблизу спряжень лав з виймальними штреками, яка відрізняється урахуванням взаємодії обмеженої області з оточуючими породами і їх пружно-пластичним характером деформування.

3. Встановлена залежність величини деформування виймальних штреків в умовах нестійких порід на спряженні "штрек-лава" від кута обрушення порід покрівлі, показано, що збереження виймального штрека для його повторного використання може бути забезпечено створенням штучних умов для обрушення основної покрівлі по кромці штреку під кутом не менше 85° .

4. Встановлено, що в нестійких породах деформування стінок та здимання підшви виймальних штреків, при наявності в лавній частині охоронної конструкції, залежить від ширини бермової частини спряження, причому графік залежності має екстремум при ширині берми, що дорівнює висоті підрипки пласта.

5. Обгрунтовані способи і параметри засобів охорони виймальних штреків, пройдених в нестійких породах, які полягають в примусовому обрушенні порід покрівлі по кромці штреку під визначеним кутом, або в побудові спеціальної охоронної конструкції, що забезпечує можливість повторного використання виймальних штреків при відпрацюванні сусідньої лави.

Рівень реалізації та упровадження наукових розробок

Основні наукові положення роботи, розроблені способи охорони штреків і засоби геофізичного контролю реалізовані у вигляді “Методичних рекомендацій по експрес-контролю і діагностиці деформаційних процесів в підготовчих виробках шахт Західного Донбасу” (Дніпропетровськ-Павлоград, 1995), “Тимчасового технологічного регламенту додаткових заходів по охороні виймальних штреків для їх повторного використання в умовах шахт Західного Донбасу” (Дніпропетровськ-Павлоград, 1996), “Методики розрахунків параметрів охоронних конструкцій виймальних штреків для їх повторного використання в умовах шахт Західного Донбасу” (Дніпропетровськ, 1996). Економічний ефект від упровадження розробок складає біля 350 грн. на 1 п.м штрека (в цінах 1996 р.).

Апробація і публікації результатів досліджень, структура та об'єм роботи.

Основні положення дисертаційної роботи доповідались і одержали схвалення на міжнародній конференції “Ефективний і безпечний підземний видобуток вугілля на базі сучасних досягнень геомеханіки” (Росія, С.-Петербург, 1996), науково-технічних радах ВО “Павлоградвугілля” (Павлоград, 1995, 1996), наукових семінарах Інституту геотехнічної механіки НАН України (Дніпропетровськ, 1995, 1996).

По темі дисертації надруковано 5 робіт (статті, доклади).

Дисертація складається із вступу, чотирьох глав і висновків, вміщує 146 сторінок машинописного тексту, в тому числі 46 малюнків, список літератури із 62 назв і додатка, що підтверджує практичне використання результатів роботи та їх упровадження в виробництво.

Декларація про особистий внесок в одержані результати.

Як виконавець науково-дослідних робіт автор приймав безпосередню участь у проведенні лабораторних і шахтних експериментів, розробці та упровадженні способів охорони виймальних штреків, розробці методики і апаратури експрес-контролю та діагностики деформаційних процесів в підготовчих виробках. Постановка задачі і вибір методу аналітичних

досліджень, аналіз результатів лабораторних і шахтних досліджень, обґрунтування параметрів засобів охорони виймальних штреків, а також мета, задачі досліджень, ідея роботи, основні наукові положення, висновки і рекомендації сформульовані автором самостійно.

Методологія, методи досліджень предмета і об'єкта

Предмет і об'єкт досліджень. Масив нестійких гірських порід, способи та засоби охорони пройдених в ньому виймальних штреків.

Методологія і методи досліджень полягають в аналізі і узагальненні результатів робіт попередніх дослідників, математичному моделюванні геомеханічних процесів, що проходять у вуглепородному масиві поблизу спряжень лав з виймальними штреками, з використанням розрахункового експерименту, експериментальних досліджень процесів взаємодії в системі "кріплення-масив", а також в масиві під впливом різних гірничо-технологічних факторів, дослідно-промисловій перевірці запропонованих способів і засобів охорони виймальних штреків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Повторне використання виймальних штреків у нестійких породах шахт Західного Донбасу і зв'язане з цим зниження собівартості вугілля і його зольності досягнуто завдяки розробці геомеханічно обґрунтованих способів і засобів охорони штреків.

Основні наукові положення, які захищаються в дисертації.

1. Амплітуда власних коливань арки металевого кріплення обернено пропорційна величині її навантаження і в діапазоні частот 0.03-0.2 кГц залежить лише від силової взаємодії у системі "кріплення-масив".

2. Охорона виймального штреку для його повторного використання в нестійких породах забезпечується створенням штучних умов обрушення порід основної покрівлі по кромці штреку під кутом не менше 85° до горизонту.

3. При природному куті обрушення порід покрівлі над відпрацьованим простором необхідною і достатньою умовою збереження виймального штреку, з метою його повторного використання, є спорудження в

лавній частині спряження суцільної охоронної смуги шириною - 2,5-3,0 м із матеріалу з межею міцності не менше 20-25 МПа, модулем пружності не менше 10^3 МПа, при цьому розмір берми повинен дорівнювати висоті підривки пласта.

Аналіз результатів попередніх розробок показав, що для прогнозу проявів гірського тиску застосовуються методи, які засновані на вимірюванні конвергенції порід. Однак вони недостатньо інформативні, допускають неоднозначність тлумачення результатів і, головне, не забезпечують оперативності, оскільки не прогнозують, а констатують деформації гірських виробок, що необхідно при швидкоплинних процесах в зонах очисних робіт. Значно ефективніші методи, які базуються на вимірюваннях силових параметрів взаємодії в системі "кріплення-масив". Проте, оскільки прямі вимірювання силових параметрів виконати достатньо складно, пропонується застосовувати непрямі методи, інформативні параметри яких залежать від вказаних характеристик. В зв'язку з цим розроблені методика і апаратура експрес-контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив", які засновані на принципах ударо-хвильової діагностики. Метод ударно-хвильової діагностики передбачає дослідження спектральної щільності вільних коливань кріплення і породного масиву, що викликані дією удару. В роботі досліджено вплив основних геомеханічних і гірничо-технологічних факторів на параметри і достовірність прийому коливального відгуку системи.

На спеціально розробленому пристрої досліджено вплив контактних умов на амплітудно-частотну характеристику (АЧХ) датчиків для декількох типів сейсмоприймачів і акселерометрів. За результатами досліджень вибрано тип і конструкцію приймального пристрою, які виключають змінення АЧХ в області установчого резонансу і резонансів штанг. З метою визначення інформативних параметрів і їх кількісних значень, стосовно до задачі оцінки характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив", виконано комплекс досліджень на шахтах "Павлоградська", "Західно-Донбаська", "Центральна", ім. Стаханова і на стенді ДонВУП. Встановлено, що:

1) арки металевого рамного кріплення можуть служити проміжним елементом для збудження і приймання штучних коливань порід масиву при відсутності до нього прямого доступу;

2) параметри цих коливань характеризують як властивості масиву і кріплення, так і взаємодію їх поміж собою;

3) наявність тампонажу масиву і його якість характеризуються коливаннями арки у високочастотній частині спектру (1,2-2,0 кГц);

4) змінення АЧХ внаслідок впливу власних згибних вільних коливань арки виникають на частотах від 0,9 до 1,6 кГц;

5) величина навантаження на арку металевого рамного кріплення однозначно зв'язана з амплітудою її коливань у діапазоні частот 0,03-0,2 кГц.

На базі виконаних досліджень розроблені прилад і методика ударно-хвильового експрес-контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив", які реалізовані на ряді шахт України. Конструктивно прилад складається із електронного блоку, ударного і прийомного пристроїв. Останні виконані на складальних штангах метрової довжини. Основні технічні характеристики приладу: індикація - десятирозрядний світлодіодний індикатор з логарифмічним масштабом і динамічним діапазоном 60 дБ; робоча смуга частот 20-350 Гц; діапазон вимірювання амплітуди коливального зміщення $(2-1200) \cdot 10^{-6}$ м; діапазон імпульсу удару 0,7-2,5 кг · м/с; напруга живлення 1,0-1,35 В; час безперервної роботи 25 годин; маса комплекту 6 кг.

Суть методики вивчення геомеханічних процесів така. У виймальному штреку попереду фронту очисних робіт на відстані не менше 120 м від лави обладнується спостережна станція, яка являє собою 4-5 суміжних арок кріплення, недеформованих, правильної геометричної форми. Ділянка обов'язково затягується міжрамним залізобетонним перекриттям і тампонується. На кожній арці відмічають по п'ять замірних точок: одну в покрівлі на вертикальній вісі штрека і по дві в різні від неї сторони рівномірно по довжині. В кожній точці проводять контроль ударно-хвильовим методом. Результати замірювань усереднюють в суміжних точках по чотирьом-п'яти вибраним аркам. По усередненим даним в умовних одиницях будують кругову діаграму розподілу навантаження на кріплення, тобто силову характеристику системи "кріплення-масив". Ця діаграма є умовно-вихідною точкою спостереження. В подальшому, по мірі просування лави і після випередження нею спостережної станції на 30-40 м, вимірювання постійно повторюють через кожні 5-10 м просування фронту очисних робіт. Аналіз динаміки зміни напружень, які

діють у масиві, і величини розподілу навантаження на кріплення дозволяють судити про геомеханічні процеси, що відбуваються в масиві поблизу виїмальних штреків під впливом очисних робіт.

Величину навантаження на кріплення можливо оцінити наближено, скориставшись тарировочним графіком, одержаним при випробуваннях розробленого приладу на стенді ДонВУП.

Особливості прояву гірського тиску і його впливу на охоронні конструкції виїмальних штреків, які пройдені в нестійких породах, вивчені методами ударно-хвильової діагностики в природніх умовах і математичного моделювання з використанням обчислювального експерименту. Натурними дослідженнями встановлено, що аномалії в розподіленні навантаження на кріплення виїмального штреку виникають в зоні впливу очисних робіт, яка за даними експерименту складає для умов шахти "Павлоградська" 35 м. Суть аномалії полягає у зростанні тиску на кріплення в її замковій частині, яка розміщена зі сторони лави. Починаючи з 30 м зростає також тиск на верхняк і стійку кріплення. Максимальне значення тиску спостерігається при наближенні фронту очисних робіт на відстань 10-12 м. В подальшому, по мірі посування лави, тиск на кріплення в указаних точках поступово спадає і повертається до вихідного значення після відходу очисних робіт на 20-25 м. Максимальна швидкість конвергенції спостерігається в діапазоні + 20 - -10 м, при цьому втрачається до 30 % перерізу штреку. Деформаційні процеси, включаючи здимання підшви, розвиваються аж до посадки основної покрівлі, крок посадки якої складає біля 20 м.

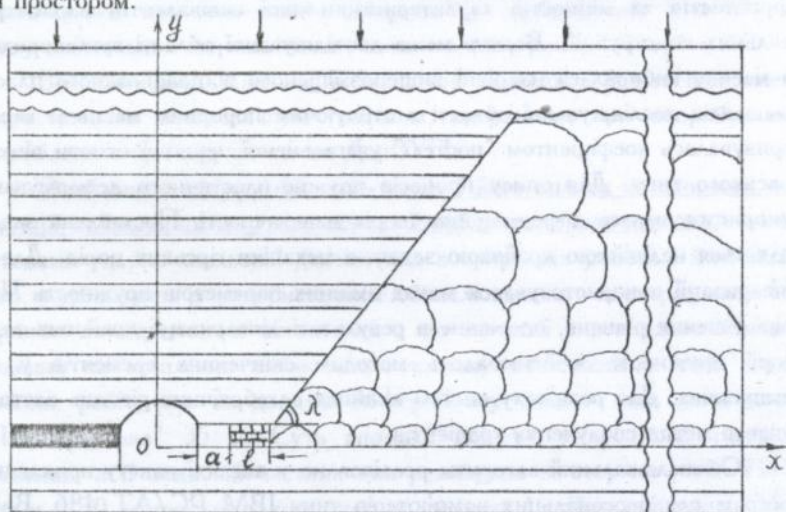
У зв'язку зі складністю і багатофункціональною залежністю геомеханічних процесів, які проходять в породному масиві навколо виїмальних штреків, різноманітністю поведінки слабких порід в граничній і позамежній областях напружень, задовільний опис геомеханічних процесів можливо одержати в теперішній час тільки методом обчислювального експерименту, вихідна модель до якого повинна базуватися на даних натурних спостережень. Для постановки експерименту розроблено алгоритм розрахунку напружено-деформованого стану приконтурної до виїмальних штреків області вуглепородного масиву і параметрів охоронних конструкцій. В розрахунковій схемі прийнято пружно-пластичне плоске деформування шаруватої прямокутної області з вирізами, що моделюють переріз спряження штрек-лава.

Охоронна конструкція моделювалася суцільним середовищем, жорсткості та міцності характеристики якої еквівалентні параметрам реальних конструкцій. Верхня межа досліджуваної області вуглепородного масиву вибиралася на рівні вищерозміщеного відпрацьованого пласту. Взаємодія досліджуваної області з оточуючим породним масивом характеризувалась коефіцієнтом "постелі" узагальненої пружної основи вінклеровського типу. Для опису процесів пружно-пластичного деформування використовувалась деформаційна теорія пластичності. Поставлена задача являється нелінійною крайовою задачею механіки гірських порід. Для її лінеаризації використовувався метод змінних параметрів пружності. Числове рішення рівнянь, одержане в результаті лінеаризації крайових задач теорії пружності, здійснювалось методом скінченних елементів у переміщеннях. Для розв'язку систем лінійних алгебраїчних рівнянь застосовувався метод сполучених градієнтів.

Обчислювальний алгоритм реалізовано у вигляді пакету прикладних програм для персональних комп'ютерів типу IBM PC/AT 486. Використовувались трикутні скінченні елементи першого порядку. Враховуючи складність геометрії розрахункової області, для побудови сітки скінченних елементів застосовувався спеціальний алгоритм автоматичної генерації, який дозволив будувати нерівномірні сітки із згустками в зонах концентрації напружень. При проведенні обчислювального експерименту приймалися такі значення вихідних параметрів: товщина вугільного пласта і шарів вміщуючих порід - 1 м; ширина виймального штреку - 4 м; висота штреку - 3 м; висота підривки пласта - 1 м; глибина гірських робіт - 220-250 м; середня густина вищерозміщених порід - 2300 кг/м³; опір арочного кріплення - 0,14 МН; крок кріплення - 0,8 м. Розрахункова схема подана на мал.

Шляхом порівняння розрахункових форм деформування штреку з даними натурних спостережень значення коефіцієнтів "постелі" прийнято 10 МПа/м. В експерименті змодельовано три розрахункових випадки. У першому випадку охоронна конструкція, що зведена в лавній частині спряження, моделювалася суцільною полозою шириною $l = 2$ м, та змінювалися її характеристики міцності і розмір берми "а". У другому випадку розмір берми приймали рівним нулю, а варіювали шириною і міцностними параметрами охоронної конструкції. У третьому випадку при фіксованих значеннях параметрів берми і охоронної конструкції (в

тому числі і без неї) змінювали кут обрушення порід λ над відпрацьованим простором.



Мал. Розрахункова схема обчислювального експерименту

В результаті проведення обчислювального експерименту показано, що в нестійких породах деформування стінок та здимання підшови виймального штреку, при наявності в лавній частині охоронної конструкції, залежать від ширини бермової частини спряження, причому графік залежності має виражений екстремум при розмірах берми, які дорівнюють висоті підривки пласта. Встановлена також залежність величини деформування виймальних штреків від кута обрушення порід покрівлі по кромці штреку. Визначено, що охорона виймальних штреків і їх повторне використання в масиві з указаними вище характеристиками, можуть бути забезпечені при наступних умовах:

1) зведення в лавній частині спряження охоронної конструкції шириною 2-2,5 м з межею міцності матеріалу конструкції 15-20 МПа і модулем пружності, не менше 10^3 МПа, при цьому розмір берми повинен бути рівним висоті підривки пласта;

2) створення умов для вимушеного обрушення порід покрівлі по кромці спряження штрек-лава під кутом не менше 85° .

На базі теоретичних і експериментальних досліджень геомеханічних процесів, які проходять в системі "кріплення, охоронні конструкції-

вуглепорідний масив” на спряженні лави з виймальним штреком, запропоновано три способи охорони виймальних штреків для їх повторного використання в умовах нестійких порід.

Перший спосіб заснований на спорудженні конструкції із порід, обрамленої дерев'яними стояками, з наступним ущільненням породи пристроями бульдозерного типу. Після відходу лави від розрізної печі на відстань, що достатня для побудови охоронної конструкції, із стояків формують ємність, яку за допомогою конвеєра заповнюють породою, яку отримано при підривіці підосви пласта. Після укладення породи в ємності її ущільнюють виконавчим органом бульдозерного типу, розміщеним на секції кріплення М87, обладнаній двома гідродомкратами. Секція кріплення пересувається ставом вибійного конвеєра за допомогою ланцюгового з'єднання. Недолік способу - в невисокій міцності і пружності закладного матеріалу, який забезпечує, за даними комп'ютерного моделювання, поліпшення стану штреку, в порівнянні з традиційними способами охорони, на 25-30 % (за критерієм робочого періоду).

Другий спосіб охорони штреку полягає в керуванні шириною породної консолі, що зависає над лавною частиною спряження, шляхом напрямного вибуху закладених у покрівлі зарядів в шпури, пробурені по кромці штреку в сторону лави під кутом 85° . Глибина буріння визначається відстанню до шару пісковика, або обмежується трьома метрами при його відсутності, що за розрахунками достатньо для забутівки відпрацьованого простору. Крок буріння і маса вибухових речовин визначаються емпірично. Дія цього способу спрямована на створення штучних умов для обрушення порід над відпрацьованою лавою під кутом не менше 85° до горизонту. Недолік способу полягає в його трудомісткості, що зумовлено вимагаємою високою щільністю буріння шпурів.

Третій спосіб усуває недоліки та поєднує в собі позитивні якості вищевказаних варіантів охорони штреків. При цьому, як матеріал для побудови охоронної смуги, використовуються блоки спресованих порід, для виготовлення яких застосовують пересувний прес з силовою гідросистемою, що живиться від очисного комплексу. Стискаюче зусилля пресу 600 кН. Розміри блоків $250 \times 125 \times 125$ мм. Матеріал для виготовлення блоків беруть від підривки підосви в зоні пересування приводів забійного обладнання і місцях установавання посилюючого кріплення штреку. Після пресування блоки висушують, використовуючи протяг шахтного

провітрювання, а потім викладають поміж підшовою і покрівлею пласта у вигляді пілонів шириною 2 і довжиною 1 м з інтервалами 0,8 м. Міцність такої смуги складає 5-7 МПа, що забезпечує 80 % збереження виймального штреку (за даними експерименту). Необхідні ще 20 % компенсуються, за даними комп'ютерного моделювання, коригуванням кута обрушення порід покрівлі до 75⁰ шляхом створення послаблених зон за рахунок буріння трьохметрових шпурів з шагом 0,9 м з примусовим обрушенням покрівлі вибухом шпурових зарядів.

Для реалізації запропонованих способів охорони виймальних штреків, з урахуванням результатів комп'ютерного моделювання і даних шахтних спостережень, виконано обґрунтування параметрів засобів охорони виймальних штреків з метою їх повторного використання. При обґрунтуванні параметрів засобів, крім зазначених вище фізико-механічних характеристик, враховували наявність цих засобів на шахті, вартість їх придбання або доробки, технологічність застосування, економічний і соціальний ефект, що відображено в "Тимчасовому технологічному регламенті додаткових заходів по охороні виймальних штреків для їх повторного використання в умовах шахт Західного Донбасу".

ВИСНОВКИ

В роботі вирішена актуальна наукова задача, що містить в собі розробку способів і обґрунтування параметрів засобів охорони виймальних штреків в нестійких породах, які забезпечують можливість повторного використання виробок при відпрацюванні сусідньої лави.

Основні висновки, наукові і практичні результати такі:

1. Встановлено, що для повторного використання виймальних штреків на шахтах Західного Донбасу, яке забезпечує зниження об'єму прохідницьких робіт на 35-40 %, необхідні додаткові дослідження геомеханічних процесів, що протікають в нестійких породах на спряженнях штрек-лава і розробка на їх основі нетрадиційних способів та засобів охорони виробок. Виявлено, що з урахуванням складності геомеханічних процесів, які протікають на спряженнях лав з виймальними штреками, їх багатофункціональної залежності від гірничо-технічних факторів, а також різноманітності поведінки нестійких порід в граничній і поза межній об-

ластях напружень, задовільні результати досліджень можливо отримати тільки методом обчислювального експерименту, вихідна модель до якого повинна базуватися на результатах натурних спостережень.

2. Обґрунтовано найбільш оптимальний, з точки зору трудозатрат, оперативності і достовірності, метод вивчення геомеханічних процесів, що проходять в вуглепородному масиві поблизу виймальних штреків, який базується на ударно-хвильовому контролі силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив". Показано, що амплітуда власних коливань рам металевого кріплення обернено пропорційна ступені її навантаження і в діапазоні частот від 0,03 до 0,2 кГц залежить лише від силової взаємодії в системі "кріплення-масив".

3. Розроблено методику і апаратуру ударно-хвильового експрес-контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив".

4. Експериментальними дослідженнями встановлено, що на стан виймального штреку основний вплив чинить хвиля гірського тиску від лави, яка починає проявлятися з відстані 30-35 м від фронту очисних робіт, а також консоль, зависаючих над відпрацьованим простором порід, вплив якої зникає після осідання покрівлі. Основні зміни навантаження на кріплення проходять в її замкової частини з боку лави.

5. Розроблена математична модель напружено-деформованого стану вуглепородного масиву поблизу спряжень лав з виймальними штреками, яка відрізняється урахуванням взаємодії обмеженої області з оточуючими породами і їх пружно-пластичним характером деформування.

6. Обчислювальним експериментом встановлено, що в нестійких породах деформування стінок та здимання підшоши виймального штрека, при наявності в лавній частині охоронної конструкції, залежить від ширини бермової частини спряження, причому графік залежності має екстремум при розмірах берми, що дорівнюють висоті підривки пласта. Також виявлена залежність величини деформування виймальних штреків від кута обрушення порід покрівлі по кромці штреку.

7. Методом комп'ютерного моделювання показано, що охорона виймальних штреків для їх повторного використання може бути забезпечена шляхом будівництва в лавній частині спряження охоронної конструкції шириною 2,5-3 м із матеріалу з межею міцності не менше 15-20 МПа і модулем пружності не менше 10^3 МПа, розмір берми при цьому повинен дорівнювати висоті підривки пласта, або створенням умов

для обрушення порід покрівлі по кромці спряження "штрек-лава" під кутом не менше 85° .

8. Запропоновані розрахункова схема, алгоритм і програмне забезпечення, які можуть бути використані для моделювання геомеханічних процесів та визначення характеристик способів охорони виймальних штреків з різноманітними значеннями вихідних параметрів.

9. Розроблені способи і обґрунтовані параметри засобів охорони виймальних штреків, що забезпечують їх повторне використання в умовах нестійких порід.

10. Результати роботи реалізовані у вигляді методичних рекомендацій, методик, технологічного регламенту і впроваджені на шахті "Павлоградська" ВО "Павлоградвугілля".

11. Вірогідність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується прийнятими передумовами і вихідними даними, які базуються на фундаментальних положеннях теорії пружності і експериментальних матеріалах численних дослідників, достатнім об'ємом шахтних спостережень при статистичній їх обробці із звіреною ймовірністю не нижче 0,9, задовільною збіжністю результатів моделювання і натурних спостережень, позитивними результатами впровадження розробок.

12. Результати роботи можуть бути використані в НДІ і проектних установах, що займаються питаннями охорони гірничих виробок, а також на шахтах, які ведуть гірничі роботи в умовах нестійких порід.

СПИСОК НАДРУКОВАНИХ НАУКОВИХ РОБІТ, ЯКІ ВІДОБРАЖАЮТЬ ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті і доклади

1. Усаченко Б.М., Скипочка С.И., Мухин А.В. Ударно-волновой метод для экспресс-контроля горного давления в окрестностях магистральных выработок // Уголь Украины. - 1995. - N11. - С.8-9.

2. Виноградов В.В., Мухин А.В. Математическое моделирование поведения вмещающих пород в окрестностях выемочных штреков // Уголь Украины. - 1996. - N 5-6. - С 12-14.

3. Мухин А.В., Скипочка С.И., Кияшко Ю.И. К вопросу охраны выемочных штреков в условиях слабометаморфизованных пород // Уголь Украины. - 1996. - N 8. - С. 18-19.

4. Скипочка С.И., Усаченко Б.М., Мухин А.В. Экспресс контроль динамики взаимодействия в системе "крепь-массив" // Эффективная и безопасная подземная добыча угля на базе современных достижений геомеханики: Международная конференция, С.-Петербург.- 1996. Ч.1. - С. 216-217.

5. Виноградов В.В., Скипочка С.И., Мухин А.В. Обоснование методом математического моделирования параметров охранных конструкций, обеспечивающих устойчивость выемочных штреков // Эффективная и безопасная подземная добыча угля на базе современных достижений геомеханики: Международная конференция, С.-Петербург.- 1996. Ч.2. - С. 86-87.

АНОТАЦІЯ

Мухін А.В. Розробка способів і обґрунтування параметрів засобів охорони виймальних штреків для їх повторного використання у нестійких породах шахт Західного Донбасу. Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.11 - фізичні процеси гірничого виробництва. - Інститут геотехнічної механіки НАН України, Дніпропетровськ, 1997 р.

Встановлені закономірності формування і динаміка зміни напружено-деформованих зон поблизу виймальних штреків, в залежності від положення фронту очисних робіт, способів охорони і параметрів охоронних конструкцій, кута обрушення порід покрівлі. Обґрунтовано метод і розроблено апаратуру контролю силових характеристик взаємодії в системі "кріплення-масив". Розроблені способи і обґрунтовані параметри засобів охорони виймальних штреків для їх повторного використання в нестійких породах.

Ключові слова: вугільна шахта, масив нестійких порід, виймальний штрек, засоби охорони.

АННОТАЦИЯ

Мухин А.В. Разработка способов и обоснование параметров средств охраны выемочных штреков для их повторного использования в неустойчивых породах шахт Западного Донбасса. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.11 - физические процессы горного производства.- Институт геотехнической механики НАН Украины, Днепропетровск, 1997 г.

Установлены закономерности формирования и динамика изменения напряженно-деформированных зон вблизи выемочных штреков в зависимости от положения фронта очистных работ, способов охраны и параметров охранных конструкций, угла обрушения пород кровли. Обоснован метод и разработана аппаратура контроля силовых характеристик взаимодействия в системе "крепь-массив". Разработаны способы и обоснованы параметры средств охраны выемочных штреков для их повторного использования в неустойчивых породах.

Ключевые слова: угольная шахта, массив неустойчивых пород, выемочный штрек, способы охраны.

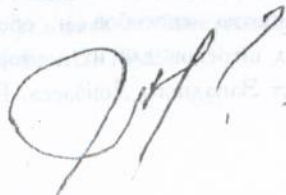
ANNOTATION

A.V. Mukhin. Development of Methods and substantiation of parametres of supporting the entries for their second usage in weak rocks of West Donbass mines. A manuscript.

Thesis for the candidate of technical scieces degree, speciality 05.15.11-physical processes in mining".-Institute of geotechnical mechanics NAS of Ukraine, Dnipropetroysk, 1997.

There have been found relations of forming and the dynamics of changes of stress - strain zones around the entries in dependance from the moving coab faces, from the methods of supporting and from the parametres of supports, and from angle of roof rock falls. A method and devices have been developed for the control of force properties in the system "supportrock - mass". Also, methods and parametres of supports have been worked out for controlling the entries with their second usage in weak rocks.

Key words: coil mine, mass of weak roks, entries, method of suppoting.



АВТОРЕФЕРАТ

Відповідальний за випуск В. Г. Перепелиця

Написано до друку 10.12.97. Формат 60x84/16. Папір офсетний. Офсетний друк. Умовн. друк. арк. 0,93. Умовн. фарб.-відб. 0,93. Тираж 100. Замовлення N 1561. Замовлене.

ЗАТ Видавництво «Поліграфіст», 320070, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

430788

AB 39.240