

Міністерство вугільної промисловості України

Донецьке виробниче об'єднання по видобутку вугілля "Донецьквугілля"

Лаптєєв Олександр Анатолійович

УДК 622.281

Забезпечення стійкості підготовчої виробки в зоні інтенсивного прояву гірського тиску локальним впливом на уміщуючі породи

05.15.02.-Підземна розробка родовищ корисних копалин

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Донецьк – 1997



00725713 (P)

Дисертація представлена у формі рукопису

Робота виконана в Державній холдінговій компанії "Донвугілля", а також в Донецькому університетському науково-виробничому гірничому об'єднанні

Науковий керівник:

кандидат технічних наук, професор,
Александров Сергій Миколайович
Донецький державний технічний університет,
проректор з учбової роботи

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор,
Пудак Валентин Васильович,
в.о. "Донецьквугілля", генеральний директор
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,
Костенко Віктор Клементійович
НДПД, завідувачий галузевим відділом

Провідна організація:

ДВАТ комплексний науково-дослідницький та проектно-конструкторський інститут по проблемам Центрального району Донбасу (ДонНДІ)

Захист дисертації відбудеться "28" січня 1998 р. в 12⁰⁰ годин на засіданні спеціалізованої вченої ради К. 06.05.01 у виробничому об'єднанні "Донецьквугілля" за адресою: 340055, м. Донецьк, вул. Університетська, 20

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці об'єднання "Донецьквугілля"

Автореферат розісланий "26" грудня 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
канд. техн. наук

С. І. Єгоров

Актуальність теми дисертації.

Незважаючи на велику кількість розроблених засобів і способів забезпечення стійкості виробок, проблема збереження їх експлуатаційного стану в зонах інтенсивного прояву гірського тиску залишається актуальною. Найбільш типовими ситуаціями є надробка польових чи групових виробок і відробка лав зворотним ходом при стовповій і комбінованій системі розробки. З урахуванням існуючого стану гірських робіт на вугільних шахтах України, що характеризується широким розвитком очисних робіт як правило на кількох зближених вугільних пластах, зазначені вище типові ситуації, в яких підтримуються підготовчі виробки, зустрічаються все частіше і частіше. Так майже 15% всіх польових виробок потрапляють під вплив прямої чи непрямой надробки протягом свого терміну служби. Понад 60% виїмкових штреків і хідників відчувають вплив динамічного опорного тиску, що переміщується спереду посуваючихся очисних вибоїв. На практиці забезпечення стійкості таких виробок досягають найчастіше застосуванням підсилюючого стоячного кріплення в зонах інтенсивного впливу гірського тиску. Проте досвід показує, що стоячне кріплення підсилювання виконує свої функції задовільно тільки у 30% випадків. Частіше всього кріплення підсилювання не витримує навантаження і руйнується. З іншого боку при низькій міцності (30-40МПа) породи руйнуються і обігрують стояки підсилювання, утворюючи вивали. Обидва випадки надто небезпечні і порушують технологію очисних робіт в цілому. Інші засоби забезпечення стійкості виробок, засновані на локальному розвантаженні, застосовуються в практиці надто рідко і не визначають масштаби масового застосування. Таким чином, необхідність опрацювання нового засобу забезпечення стійкості підготовчої виробки в зоні інтенсивного впливу гірського тиску явна.

Зв'язок дисертації з планами наукової роботи.

Виконана робота є складовою частиною наукових досліджень, що традиційно виконуються при п.о. Донецьквугілля, в тому числі з участю Донецького гірничого інститута по тематичі забезпечення стійкості підготовчих виробок.

Цілью роботи є опрацювання засобу забезпечення стійкості підготовчої виробки в зоні інтенсивного прояву гірського тиску на основі локального впливу на уміщені породи.

Ідея роботи заснована на керуванні станом підготовчої виробки шляхом концентрованої дії на локальні ділянки уміщуючого виробку масиву гірських порід.

Наукова новизна результатів дисертації складається в наступному:

1. Вперше показано, що забезпечення стійкості підготовчої виробки в зоні інтенсивного ($\gamma H/R > 0,55$) прояву гірського тиску з використанням широко застосованих засобів підсилення кріплення та уміщуючих порід може бути реально досягнуто лише шляхом поєднання

локального комбінованого концентрованого впливу на найбільш небезпечні ділянки порід що руйнуються.

2. Встановлені особливості впливу кріплення підсилювання, які відрізняються тим, що воно сприятливо перерозподіляє горизонтальні нормальні та дотичні напруження в найбільш небезпечних зонах локального руйнування порід і практично не впливає на вертикальну компоненту нормальних напружень. При цьому зменшується рівень розтягуючих напружень, або вони зникають зовсім і зникають дотичні напруження. Це приводить до деякого (на 10-15%) зменшення площі руйнування порід, що уміщують виробку. Проте в цілому зони руйнування залишаються та можуть бути використаними в ролі локального розвантаження.
3. Обґрунтований теоретично і підтверджений експериментально новий принцип забезпечення стійкості виробок в зоні інтенсивного прояву гірського тиску, який відрізняється від відомих тим, що він поєднує опір кріплення підсилювання, його подавання і обмеження ступені свободи зруйнованої породи в небезпечній зоні.

Обґрунтованість та достовірність основних результатів роботи підтверджена у теоретичному плані збігом результатів чисельного моделювання процесів зародження і розвитку локальних зон руйнувань за допомогою нелінійної процедури методом кінцевих елементів та засобом дискретних середовищ. В експериментальному плані певність факту локальності руйнування та ефективності концентрованого впливу на нього підтверджена результатами обстеження розсічок виробок що перекріплюються і стеженням за зміцненням уміщених порід за допомогою глибинних реперів.

Практичне значення одержаних результатів складається в наступному:

1. Розроблено нове комбіноване кріплення підсилювання, що складається з трьох анкерів, встановлених віялоподібно в шпурі, пробурені із однієї точки в центрі небезпечної області. Кінцеві ділянки анкерів, що виступають в порожнину виробки скріплені між собою планкою, під яку влаштовується гідравлічний стояк що забезпечує опір та кероване подавання зруйнованих порід.
2. Встановлені раціональні параметри комбінованого анкерно-стоякового куцкового кріплення підсилювання: взаєморозташування анкерів, їх довжина, діаметр і тип закріплення; рекомендована несуча спроможність кріплення в цілому і її складових компонент зокрема. Проведена дослідницько-промислова перевірка нового кріплення підтвердила його ефективність в складних гірничо-геологічних умовах.
3. Встановлені коефіцієнти обліку впливу кріплення підсилювання на зміцнення покріпленої виробки в зоні опорного тиску спереду лави залежно від спроможності, що несе кріплення і область його застосування. Визначені коефіцієнти дають можливість підбирати параметри комбінованого підсилюючого кріплення в практиці роботи технологів і проектувальників.

Реалізація висновків і рекомендацій роботи здійснена на шахті Південно-Донбаська №1 при забезпеченні стійкості польових штреків гор. 480м в зоні інтенсивного впливу суміжних очисних робіт. Роковий економічний ефект від реалізації нового кріплення підсилювання складе 75 тисяч гривень.

Апробація результатів дисертації проведена на Міжнародній конференції по геомеханічній підтримці гірничого виробництва (Софія, Болгарія, 3-7 червня 1997); на Ювілейній науково-технічній конференції механіко-машинобудівного факультету ДГАУ (Дніпропетровськ, 24-25 жовтня 1996); на щорічних наукових конференціях ДонДГУ по розгляду закінчених науково-дослідницьких робіт. Окрім того окремі частини роботи доповідалися на науково-технічних нарадах в.о. Донецьквулітіля, а також шахт Південно-Донбаська №1 і Дзержинська.

Публікування основних положень дисертації здійснені в двох статтях Звісток Донецького гірничого інституту ДонДГУ, працях міжнародної конференції і одній рецензованій брошури (всього 4 повноцінні публікації).

Структура роботи : дисертація містить вступ, висновок, 5 розділів, 2 додатки. Викладена у рукопису на 134 стор. тексту і містить 52 малюнка на 52 стор., 2 таблиці на 2 стор. і 22 стор. додатків, а також список використуваних джерел із 139 найменувань.

Автор виражає подяку д.т.н. Назимко О. І. за допомогу і консультації при проведенні комп'ютерного чисельного моделювання розподілу напруження і моделювання кінетики зміцнення порід навкруг виробки під дією інтенсивного гірського тиску (розділи 2, 3 дисертації).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Проблемою стійкості підготовчих виробок займалася переважна більшість дослідницьких інститутів України, країн СНД і дальнього закордоння. Традиційні піколи вчених, що сформуvalи сучасні уявлення про механізм формування зон руйнувань навколо підготовчих виробок склалися в ДІТ (ДГАУ), ІГТМ НАН України, ДІП(ДонДГУ), МакІБ(ДАБА), КГМІ(ДонБГМУ). Чималий внесок в розвиток розуміння проблеми зробили інститути Росії і Казахстану. Конкретизуючи напрям досліджень, визначимо, що у вивчанні проблеми підсилення виробок в зонах інтенсивного прояву гірського тиску більшу участь приймали наукові школи МДГУ, ДонДГУ, ДонВІТ, ДонДІД, ВІДІМ, ДГАУ, СпбГУ.

В цілому аналіз виконаних раніше досліджень показав, що одним із найбільш перспективних напрямків забезпечення стійкості підготовчих виробок в зоні інтенсивного впливу очисних робіт є застосування локального впливу на уміщуючі породи шляхом настанови кріплення підсилювання, тампонажу небезпечних локальних зон, настанови анкерного кріплення,

споруди штучних опор. Проте далеко не завжди ці заходи дають достатній ефект. Тому деякі дослідники починають використовувати комбінації наведених вище засобів. Зокрема запропоновано сумісне застосування кріплення підсилювання і тампонажу закріпного простору. Мабуть вибір тієї чи іншої комбінації визначається напружено-деформованим станом уміщуючих порід і динамікою його зміни в зоні активного впливу очисних робіт. Таким чином проведений аналіз дає можливість визначити наступні напрямки досліджень:

- Дослідити перерозподіл деформацій уміщуючої товщі у зоні активного впливу очисних робіт.
- Розробити і випробувати у промисловості нові засоби забезпечення стійкості виробок застосуванням локальних впливів на породи, що уміщують виробку.

Для виконання поставлених досліджень в роботі передбачено застосування шахтних інструментальних вимірів за зрушенням порід, що уміщують виробки, засіб фізичного моделювання на еквівалентних матеріалах, математичне чисельне моделювання.

Як показав аналіз даних раніше проведених досліджень, жоден із відомих засобів, що застосовуються на практиці охорони виробок не забезпечує їх задовільну стійкість в зонах інтенсивного прояву гірського тиску. Автор висуває обґрунтування нового засобу забезпечення стійкості підготовчих виробок в зоні інтенсивного прояву гірського тиску, що базується на використанні комбінації анкерного кріплення і кріплення підсилювання.

Для аналізу динаміки зміни напружено-деформованого стану розглянутий приклад надробки магістрального штреку шахти Західно-Донбаська в.о. Павлоградугілля. Глибина робіт складає 400-420м, на даний час одночасно відпрацьовуються 2 зближені пласти C_3^B і C_8^B . Товщина пластів складає 1-1,2м. Міжпластова товщина коливається в інтервалі 4-6м, уміщені породи представлені в основному аргілітами і алевролітами що мають міцність на одноосний тиск 8-10МПа. Гранічно низька міцність порід і схильність їх до повзучості створюють вкрай важкі обставини для підтримки підготовчих виробок. Аналіз стану магістрального штреку №2 виконаний при ретроспективному аналізі перерозподілу гірського тиску по мірі розвитку гірських робіт (рис. 1,а). Після цього розглянута задача про механізм руйнації порід навколо штреку в найбільш несприятливий момент переходу лави через створ виробки. Розрахункова схема для рішення другої задачі показана на рис. 1,б. За граничні умови при цьому були використані результати рішень першого завдання. Аналіз напруженого і граничного стану навколо штреку здійснювався нелінійною процедурою методу кінцевих елементів. По мірі розрахунків результати чисельного моделювання зіставлялися із даними інструментальних спостережень за проявами гірського тиску. Це підвищило достовірність результатів досліджень в цілому і дало можливість правильно визначити напрям підвищення стійкості виробок.

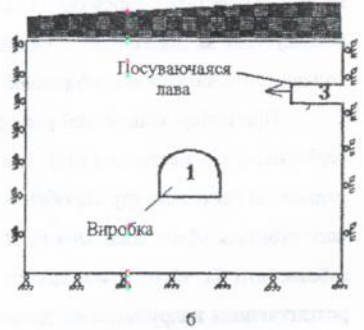
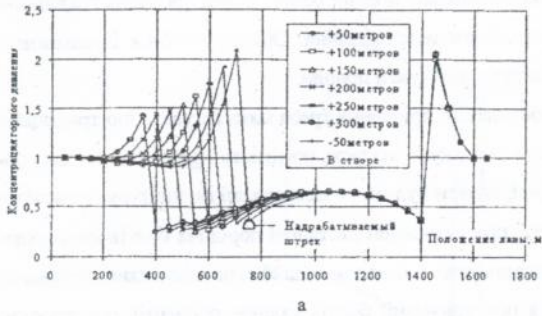


Рис.1 Граничні умови (а) та розрахункова схема (б) при моделюванні процесу руйнування і його розвитку методом кінцевих елементів

Аналіз показав, що по-перше, руйнування порід у контурі виробки під дією інтенсивного гірського тиску відрізняється яскраво відбитою локальністю (рис. 2,а). По-друге, роль руйнування виконують розтягуючі напруження в ґрунті, і дотичні на фоні розтягуючих в покрівлі при арковій формі перетину виробки. В третій, руйнація супроводжується інтенсивним розщільнюванням порід в порожнину виробки. Зазначені особливості вперше роздільнюються в нерозривній сукупності. Підкреслимо, що натурними спостереженнями надійно підтвердженій локальний

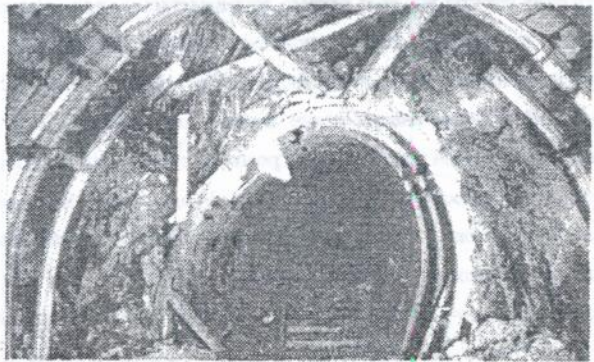
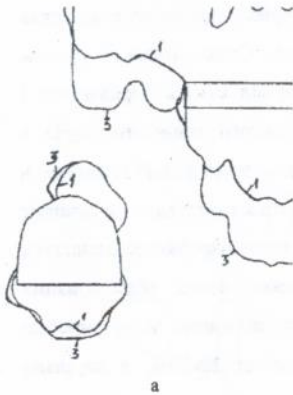


Рис. 2 Контури позаграничних зон навколо магістрального штреху при надробці його лавою характер зародження і розвитку руйнацій (рис. 2, б).

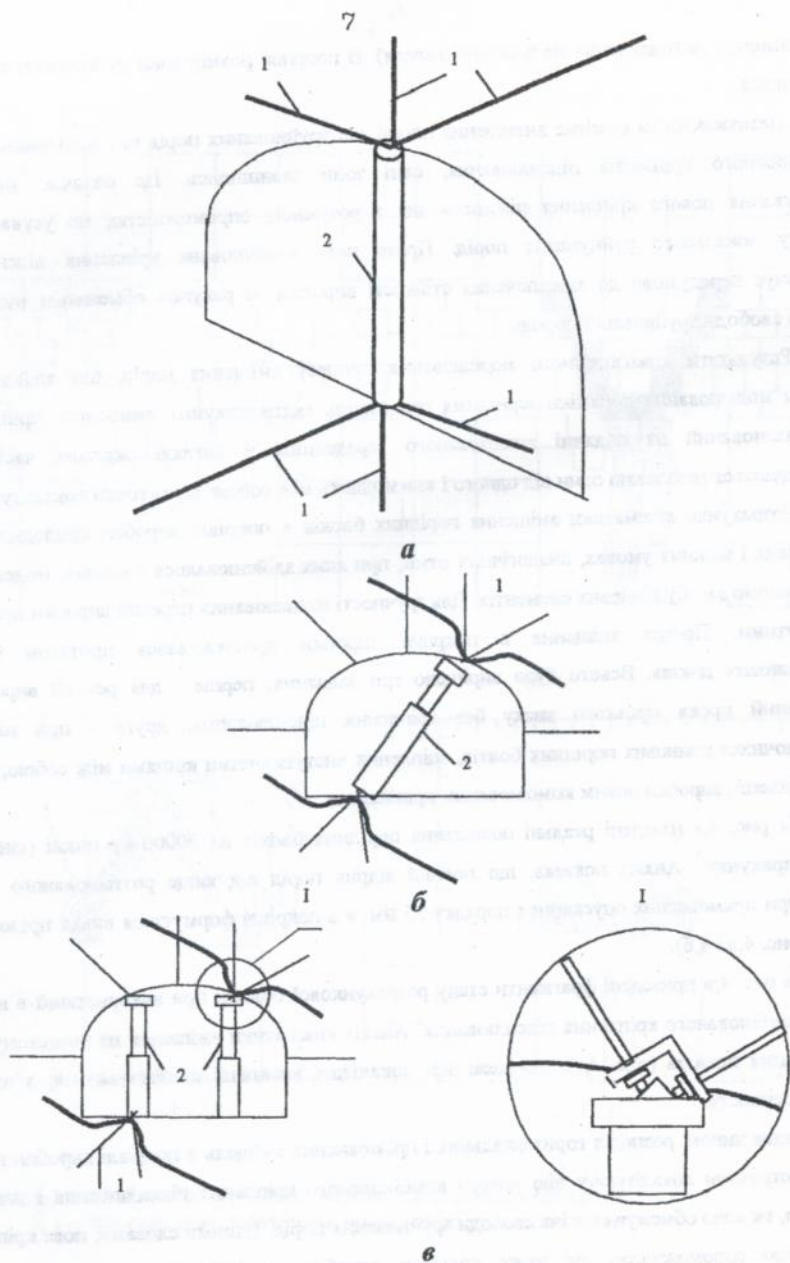
Виходячи з трьох зазначених вище особливостей, в наданій роботі пропонується і обґрунтовується нове комбіноване кріплення підсилювання виробок в зоні інтенсивного прояву гірського тиску. Це кріплення повинне одночасно керувати напруженим станом локальних зон, що руйнуються і перешкоджати сильному розщільнюванню зруйнованих порід. Перше завдання

найбільш ефективно вирішують анкерне кріплення або порідні болти. Друга проблема традиційно обмежується за допомогою стоякового кріплення підсилювання. Обидва засоби є ідеальними з точки зору локальності і вибірковості впливу на уміщуючі породи.

При виборі конкретної схеми комбінованого кріплення треба мати на увазі, що традиційна радіальна схема настанови анкерів в даному випадку не надасть помітного ефекту. По-перше, при радіальній щодо контуру виробки настанові, анкери будуть розосереджені по контуру, в наслідок чого губиться ефект локальності. По-друге, при радіальній настанові порідних болтів неможливо забезпечити їх тісну взаємодію із підсилювачим стояком. Найбільш ефективне керування розтягуючими напруженнями досягається при орієнтації болтів уздовж градієнтів розтягуючих напружень (або перпендикулярно їх ізолініям). Виходячи зі сказаного вище, раціонального схемою настанови комбінованого кріплення підсилювання є схема, що відображена на рис. 3.

Ясно, що усім зазначеним вимогам і обмеженням задовольняє варіант, коли в зоні руйнування влаштовують не менше двох розминаючихся анкерів, скріплених разом кінцевими дільницями за допомогою вуголку, причому вузол скріплення підпертий стояком підсилювання (див. рис. 3,а). Така схема настанови максимально задовольняє локальності впливу, оскільки всі засоби кріплення сконцентровано в найбільш необхідному місці. Анкери охоплюють порідну складку і обмежують можливість її розвитку. Скріплення анкерів між собою підсилює їх сумарний опір руйнуванню і зміцненню порід. При цьому загальний додатковий ефект перевищує просту суму ефектів від двох окремо встановлених анкерів. Нарешті, фіксована настанова стояка під місце сполучення анкерів додатково підсилює наданий вузол. Стик стояка з вузлом сполучення анкерів виконує ще одну надто важливу роль. Зусилля від стояка передається і розподіляється через анкери вглиб масиву, що збільшує міру загального зміцнення порід в локально зруйнованій зоні. Оскільки розподіл зусилля від стояка носить просторовий характер, в практиці буде застосовуватися три анкери під один стояк. Якщо анкери застосовувати як основне кріплення підготовчої виробки, їх питомий видаток на погонний метр виробки залишається практично однаковим. Іншими словами той факт, що під кожен стояк підсилювання концентрується по три анкери, збільшує загальне число анкерів на погонний метр виробки несуттєво. Орієнтовна оцінка показує, що видаток анкерів зростає на 12-20%, а загальна собівартість кріплення виробки збільшується всього на 5-7%.

Кінечноелементне моделювання напруженого стану порід, що уміщують виробку, в якій вона підсилена стояками, встановленими прямовисно під кожний вузол зчеплення розминаючихся анкерів показало слідуючі особливості. Найбільш помітна зміна горизонтальної компоненти нормальних напружень: в ґрунті майже щез розтяг. Радикальна зміна розподілу дотичної компоненти зареєстрована з боку підступаючої лави. Закономірно, що такий перерозподіл спричинив до зменшення зони зруйнованих порід в ґрунті (0,55 проти 0,64 в контрольному



1 – анкери або поріди болти;
2 – стояки

Рис. 3 Схема комбінованого кріплення підсилення

експерименті, де підсилення не застосовувалося). В покрівлі розмір зони руйнування практично не змінився.

Незважаючи на помітне зменшення площі зон зруйнованих порід під локальним впливом комбінованого кріплення підсилювання, самі зони залишилися. Це означає, що навіть застосування нового кріплення підсилювання з розумною спроможністю, не усуває самого процесу локального руйнування порід. Проте нове комбіноване кріплення підсилювання забезпечує передумови до забезпечення стійкості виробки за рахунок обмеження рухомості і ступені свободи зруйнованої породи.

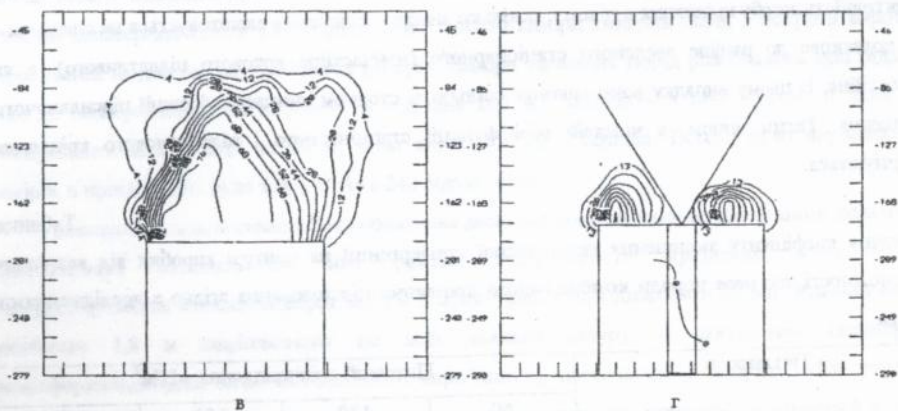
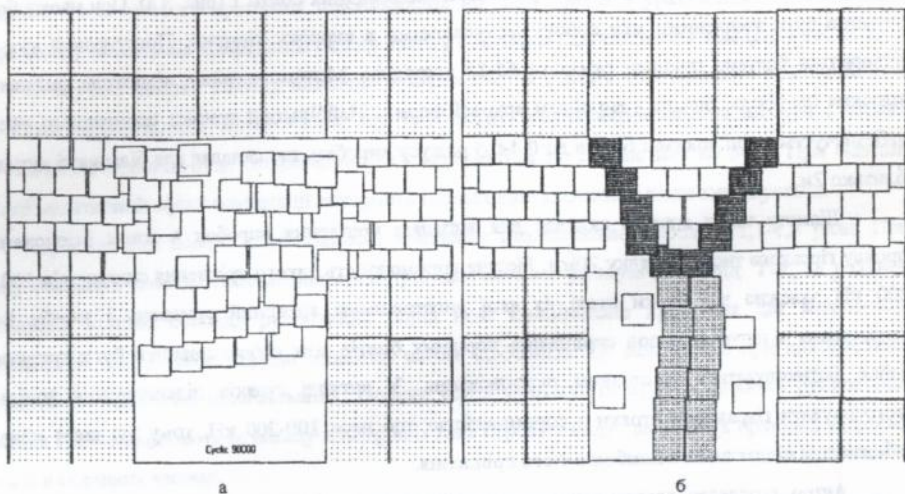
Результати комп'ютерного моделювання процесу зміщення порід, що здійснювалося засобом моделювання динаміки зернистих середовищ, підтверджують вимовлене припущення. Засіб заснований на поданні аналізованого середовища у вигляді окремих часток, що переміщуються незалежно один від одного і взаємодіють між собою через точки контакту.

Розрахунки кінематики зміщення порідних блоків в покрівлі виробки проводилися при початкових і межних умовах, аналогічних тим, при яких здійснювалося чисельне моделювання за допомогою засобу кінцевих елементів. Для зручності моделювання перетин виробки приймався прямокутним. Процес зміщення в покрівлі виробки простежувався протягом 90 000 розрахункових циклів. Всього було вирішено три завдання: перше - для реакції виробки на інтенсивний прояв гірського тиску без кріплення підсилювання; друге - при настанові розминаючихся клинових порідних болтів, зміцнених виступаючими кінцями між собою; третє - при підсиленні виробки новим комбінованим кріпленням.

На рис. 4,а наведені реальні положення порідних блоків на 90000-му циклі (кінцевому етапі розрахунку). Аналіз показав, що повний відрив порід від вище розташованого масиву діється при прямовисних опусканнях порядку 25 мм, а в покрівлі формується вивал прямокутної форми (рис. 4,а і 4,б).

На рис. 4,в приведені фрагменти стану розрахункової області при використанні в виробці нового комбінованого кріплення підсилювання. Аналіз кінематики зміщення на кінцевому етапі моделювання показав (рис. 4,г), що межі зон локальних висипань стабілізувалися, а виробка зберегла стійкість.

Таким чином, розподіл горизонтальних і прямовисних зміщень в покрівлі виробки наочно продемонстрували локалізуючу дію нового комбінованого кріплення підсилювання і показали конкретно, як воно обмежує ступінь свободи зруйнованих порід. Іншими словами, нове кріплення з розумною спроможністю, не може повністю запобігти руйнуванню порід, проте його сприятливий вплив укладається в тому, що воно дає можливість реалізуватися незначним посуненням зруйнованих порід в порожнину виробки, а після цього загальмувати процес зміщення шляхом обмеження ступені свободи області зруйнованих порід. Саме цим механізмом



а, в – вид вивалів та розподіл вертикальних зсувань без кріплення
 б, г – теж саме із застосуванням нового кріплення підсилення

Рис. 4 Характер руйнування покрівлі по даним комп'ютерного моделювання за допомогою дискретної моделі часток що рухаються

поояснюється позитивний ефект, досягасний за допомогою нового кріплення підсилювання.

Дослідженнями, проведеними автором в даній роботі встановлено, що під кожен стоек підсилювання 2 треба влаштувати три анкери або порідних болти 1 (рис. 3,а). При цьому болти повинні бути зчепленими між собою виступаючими в виробку кінцями. Просторовий кут, що утвориться болтами повинен складати 65-85 стерадіан. Менше значення відповідає зміцненню плоских покрівель, більше - виробкам аркової форми. Найбільший приріст позитивного ефекту забезпечується при довжині болтів до 0,4-0,5 радіусу виробки, що складає для більшості випадків близько 2м.

Діаметр таких анкерів складає для випадків кріплення виробок в зонах інтенсивного прояву гірського тиску порядку 20мм. Несуча спроможність такого кріплення складає від 100 до 200 кН залежно від марки сталі, із якої виготовлений анкерний стрижень і засобу його закріплення в шпурях. Вузол скріплення порідних болтів між собою повинен бути тривким і добре зістиковуватися зі стояком підсилювання. У вигляді стояків підсилювання доцільно застосовувати гідравлічні стояки з спроможністю, що несе 100-200 кН, тому що вони можуть забезпечити піддатливість комбінованого кріплення.

Автор розглядає застосування запропонованого комбінованого кріплення у контексті використання анкерного у вигляді основного. Це в декілька разів збільшує економічну ефективність засобу кріплення в цілому, оскільки анкерне кріплення влаштовується не спеціально як додаткове до раніше зведеного стаціонарного (найчастіше аркового піддатливого), а як самостійне. В цьому випадку воно виконує спільно зі стояком тимчасові функції підсилюючого кріплення. Таким чином, в чималій мірі функції стаціонарного і підсилюючого кріплення об'єднуються.

Таблиця

Значення коефіцієнту зменшення прямовисної конвергенції на контурі виробки від величини спроможності, що несе породи комбінованого кріплення підсилювання згідно з дослідженнями автора

Тип породи	Питомий опір кріплення, кН/м ²			
	60	120	150	240
Крупнослоїстий алевроліт	1,0/140*	0,9/120	0,9/110	0,9/100
Мелкослоїстий алевроліт	0,45/200	0,42/180	0,3/160	0,15/140
Крупнослоїстий аргіліт	0,8/180	0,6/160	0,4/130	0,22/120
Мелкослоїстий аргіліт	0,9/300	0,85/290	0,82/280	0,80/280

* В знаменнику вказана необхідна піддатливість стояка підсилювання в мм.

Кінцева ціль комбінованого кріплення підсилювання складається в зменшенні зміщень на контурі виробки в зоні інтенсивних проявів гірського тиску до прийнятних величин. Тому

кінцевим технологічним параметром будь-якого підсилюючого кріплення є коефіцієнт обліку її опору на зменшення зміщень. Встановлені поправочні множники до коефіцієнту обліку опору традиційного стоякового кріплення підсилювання по даним МПІ. З урахуванням встановлених поправкових множників коефіцієнти обліку впливу кріплення підсилювання наведені в таблиці.

В верхній частині таблиці наведена сумарна несуча питома спроможність комбінованого кріплення підсилювання. Встановлено, що при цьому несуча спроможність анкерів і стояка підсилювання повинні бути співрозмірними і відрізнятись не більше ніж на 30%. При більшій відміні позитивний ефект комбінації анкерного і стоякового кріплення різко зменшується.

Ефективність нового комбінованого кріплення підсилювання зросла в 1,1-1,3 рази. При цьому найбільш помітне поліпшення досягнуто для слабких уміщуючих порід. Так, за рахунок обмеження ступені свободи руйнованих порід нове комбіноване кріплення дає можливість підсилувати навіть слабкі породи міцністю майже 20-30 МПа. Це неможливо при використанні традиційного кріплення підсилювання. Порідні болти обмежують ступінь свободи руйнованим породам і перешкоджають їх вивалу в покрівлі. Така перевага надто важлива в практиці відробки запасів в складних умовах.

Промислова перевірка нового комбінованого кріплення підсилювання проводилася в умовах шахти "Тівденно-Донбаська №1" в.о. Донецьквугілля. Для проведення експерименту був обраний конвєрсійний хідник 23-ї східної лави. Шахтні виміри зміщень порід в покрівлі виробки вироблялися за допомогою глибинних реперів. Виміри зміщення порід розпочалися при підході лави до експериментальної дільниці на відстань 100 м і закінчилися при віддаленні лави від експериментальної станції на 40 м, коли виробка була погашена. Всього було вироблено 9 вимірів, в процесі яких було знято майже 240 відрахувань.

Експериментальна станція була обладнана десятима комплектами комбінованого кріплення підсилювання, встановленого між рамами стаціонарного кріплення. При цьому використовувалися металополімерні анкери із арматурної криці діаметром 20 мм. Кожний анкер довжиною 1,8 м закріплювався по всій довжині штуру за допомогою полімерної фенолформальдегідної смоли вітчизняного виробництва, постачаємої в ампулах. Між кожною рамою влаштовувалося три сталеполімерних порідних болти, що утворюють просторовий кут 80 стерадіан. Виступаючі частини болтів скріплювалися загальною планкою, під яку влаштовувалася дерев'яна ремонтна.

Помітний вплив лави що насувається виявлено при її підході до експериментальної станції на відстань 50 м до станції, коли максимальне розціплення порід покрівлі досягнуло 140 мм і утворилася руйнована зона порід на глибину 3 м. Наступне наближення лави на відстань 10 м до вимірної станції привело до поступового переміщення зони зруйнованих порід на величину 35 мм, на інтервалі 0-3 м від контуру виробки. При підході лави в створ із спостережною станцією

картина зміщень змінюється якісно. Спостерігається стабілізація зміщення зруйнованої покрівлі і подальше розщільнення вище розташованих порід. Після віддалення лави на відстань 20, а після цього 40 м від вимірної станції процес подальшого зміщення порід покрівлі протікає за рахунок триваючого розщільнювання вище розташованих порід в інтервалі 3-6 м від гирла свердловини і поступового переміщення зруйнованого блоку породи на дільниці 0-3 м.

Піддатливість жорсткої ремонтини забезпечувалася за рахунок утискування її в ґрунт, що здимався. Це сприяло управляючій піддатливості анкерно-куцогового кріплення підсилювання. Трійки зміцнених сталеполімерних болтів обмежували при цьому ступінь свободи зруйнованого блоку порід і перешкоджали його вивалу. За межами експериментальної дільниці такі вивали або протиснення верхняка аркового кріплення спостерігалися на 30% довжини виробки. Контрольні виміри на рядових дільницях виробки показали, що зміщення покрівлі перевищувало аналогічне зміщення на контрольній дільниці в 1,8-2,2 рази.

Таким чином, проведений експеримент підтвердив ефективність розробленого нового комбінованого кріплення підсилювання. В цей час передбачається поширення використання наданого кріплення на шахті "Південно-Донбаська №1" ДХК Донвугілля і шахті "Дзержинська", що входить в склад Донецького учбово-науково-виробничого гірничого об'єднання ДУНВГО.

ВИСНОВКИ

В дисертації теоретично обґрунтований і експериментально підтверджений принцип збереження стійкості виробки із застосуванням нового кріплення її підсилювання, сполучаючий обмеження ступені свободи зруйнованих порід в процесі їх деформації з одночасним обмеженням їх пересуви в порожнину виробки, що має істотне значення для забезпечення стійкості підготовчих виробок в зонах інтенсивного прояву гірського тиску.

Основні результати, висновки і рекомендації складаються в наступному:

1. Коли підготовча виробка потрапляє в зону інтенсивного прояву гірського тиску характерною особливістю є локальне руйнування уміщених порід в покрівлі і ґрунті виробки. При міцності уміщених порід на стиск порядку 30-50 МПа і глибині розміщення виробки не менше 500 м сумарна площа руйнування досягає 0,97 площі перетину виробки, а первісний перетин зменшується в 2 рази. Таке руйнування супроводжується несиметричним перерозподілом напружень навколо виробки, що ще більше посилює локальний характер процесу.

2. На підставі проведеного аналізу запропонований новий засіб керування станом порід, що уміщують виробку. Цей засіб заснований на поєднанні відпору підсилюючого кріплення, його подавання і обмеженні ступені свободи зруйнованої породи в небезпечній зоні. Засіб реалізований

за допомогою комбінованого кріплення підсилювання, що складається із трьох анкерів, встановлених віялоподібно в шпурі, пробурені із однієї точки в центрі небезпечної області. Кінцеві дільниці анкерів, що виступають в порожнину виробки скріплені між собою планкою, під яку влаштовується гідравлічний стояк, що забезпечує відпір і що управляє податливістю зруйнованих порід.

3. Виконане за допомогою методу кінцевих елементів комп'ютерне моделювання перерозподілу напружень і зон руйнувань навколо виробки на дільниці інтенсивного прояву опорного тиску показало, що нове комбіноване кріплення підсилювання сприятливо перерозподіляє горизонтальні нормальні і дотичні напруження в найбільш небезпечних зонах локального руйнування порід і практично не впливає на прямовисну компоненту нормальних напружень. При цьому зменшується рівень розтягуючих напружень, або вони зникають зовсім і зникають дотичні напруження. Це наводить до деякого (на 10-15%) зменшення площі руйнування уміщуючих виробку порід. Проте в цілому зони руйнування залишаються і можуть бути використаними в ролі локального розвантаження.

4. Моделювання кінематики зміщення уміщуючих виробку порід під дією інтенсивного гірського тиску підтвердило, що в умовах, коли формується екстенсивний вивал в покрівлі, анкерне кріплення не в стані його локалізувати. Воно лише незначно зменшує його площу. Нове кріплення підсилювання вирішує завдання локалізації вивалу покрівлі.

5. Розподіл горизонтальних і прямовисних зміщень в покрівлі виробки наочно продемонстрував локалізуючу дію нового комбінованого кріплення підсилювання і показав конкретно, як воно обмежує ступінь свободи порід, що зруйнувалися. Іншими словами, нове кріплення з розумною несучою спроможністю (200кН) не може повністю запобігти руйнуванню порід, проте його сприятливий вплив укладається в тому, що воно дає можливість реалізуватися незначним підсувам зруйнованих порід в порожнину виробки, а після цього загальмувати процес зміщення шляхом обмеження ступеня свободи області зруйнованих порід. Саме цим механізмом пояснюється позитивний ефект, що досягається за допомогою нового кріплення підсилювання.

Таким чином чисельне комп'ютерне моделювання підтвердило ефективність нового комбінованого кріплення підсилювання і пояснило механізм її роботи.

6. Встановлені раціональні параметри комбінованого анкерно-стоякового куцого кріплення підсилювання:

Просторовий кут, що утворюється порідними болтами чи анкерами повинен складати 65-85 стерадіан. Менше значення відповідає зміцненню плоских покрівель, більше - виробкам аркової форми. Довжина анкерів або порідних болтів повинна знаходитися в межах 1,5-2м. Діаметр анкерного стрижня в межах 20мм. При цьому треба віддавати перевагу застосуванню сталеполімерних анкерів або порідних болтів замість анкерів, що закріплюються в кінці шпурі

механічним замком.

Сумарна питома спроможність, що несе кріплення підсилювання повинна складати 60-240кПа. Встановлено, що при цьому несуча спроможність анкерів і стояка підсилювання повинні бути спільномірними і відрізнятись не більше ніж на 30%. При більшій відміні позитивний ефект комбінації анкерного і стоякового кріплення зменшується.

7. Встановлені коефіцієнти обліку впливу кріплення підсилювання на зміщення покрівлі виробки в зоні опорного тиску спереду лави. При цьому нове кріплення в 1,1-1,3 рази зменшує зміщення покрівлі у порівнянні з традиційно застосовуваним стояковим кріпленням підсилювання тієї ж несучої спроможності. Надто важливо, що нове кріплення підсилювання поширює діапазон її застосування для надто слабких і нестійких порід за рахунок обмеження ступені свободи зруйнованої породи в склепінні виробки.

Розроблена градація коефіцієнту може бути застосованою для умов підтримки виробки в зоні опорного тиску спереду лави при відробці запасів на глибинах 600-1000м і розташуванні виробок в аргілітах і алевролітах міцністю на одноосьовий стиск 30-60МПа.

8. Проведена промислова перевірка підтвердила ефективність розробленого нового комбінованого кріплення підсилювання. В цей час передбачається поширення використання наданого кріплення на шахті "Південно-Донбаська №1" ДКХ Донвугілля і шахті "Дзержинська", що входить у склад Донецького учбово-науково-виробничого гірничого об'єднання ДУНВГО.

СПИСОК ОПУБЛКОВАНИХ РОБІТ ПО ТЕМІ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Zborshchik M. P., Nazimko V. V., Lapteev A. A., Vishnevetsky V. V. Stress redistribution in rock mass due to longwall extraction of contiguous seams // Geomechanical support of mining production. – Nesebar (Bulgaria): STU of MGM – Committee of mining geomechanics. – 1997. – P. 12-14.
2. Халімендик Ю. М., Назимко В. В., Сажнев В. П., Лаптеєв О. А. Підвищення стійкості основних підготовчих виробок в зоні їх наступної надробки / - Донецьк: ДонДТУ, 1997. - 111 с.
3. Лаптеєв О. А. Обґрунтування параметрів комбінованого кріплення і встановлення коефіцієнту його впливу на стійкість виробки // Звістки Донецького гірничого інституту. - 1997. - №6. - С. 17-20.
4. Лаптеєв О. А., Сажнев В. П., Назимко О. І. Обґрунтування нового типу комбінованого кріплення підсилювання // Звістки Донецького гірничого інституту. - 1997. - №6. - С. 59-61.

Особистий внесок автора в приведені публікаціях наступний:

В доповіді [1] автор зробив аналіз зміни гірського тиску в зонах опорного тиску, епори яких він використовував при виборі і обґрунтованні граничних умов для моделювання процесу

перерозподілу напруження навколо підготовчої виробки; в брошурі [2] автор виконав математичне моделювання перерозподілу напруження навколо штирку при його надробці і традиційному підсилюванні стояками. В статті [4] автор зробив аналіз напруженого стану в плоскому перетині, перпендикулярному осі виробки і обґрунтував новий тип комбінованого кріплення підсилювання.

АНОТАЦІЯ

Лаптеєв О. А. Забезпечення стійкості підготовчої виробки у зоні інтенсивного прояву гірського тиску локальним впливом на уміщуючі породи. Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.15.02 – підземна розробка родовищ корисних копалин.- - Донецьке виробниче об'єднання по видобутку вугілля "Донецьквугілля", Донецьк, 1997.

Дисертація присвячена питанням забезпечення стійкості підготовчих виробок у зонах інтенсивного прояву гірського тиску. В роботі розвинуто новий напрям в управлінні становищем уміщуючих виробку пород, заснований на поєднуванні опору підсилюючого кріплення, його податливості та обмеження ступені свободи зруйнованої породи у небезпечній зоні. Установлені раціональні параметри комбінованого анкерно-стоякового кріплення підсилювання. Чисельним комп'ютерним моделюванням підтверджена ефективність нового кріплення та дане пояснення механізму її роботи. Основні результати роботи знайшли своє промислове застосування на ряді шахт Донбасу, де була підтверджена ефективність розробленого нового комбінованого кріплення підсилювання.

Ключові слова: гірнича виробка, анкер, кріплення підсилювання, комп'ютерне моделювання.

АННОТАЦИЯ

Лаптеев А. А. Обеспечение устойчивости подготовительной выработки в зоне интенсивного проявления горного давления локальным воздействием на вмещающие породы. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.15.02. - подземная разработка месторождений полезных ископаемых.- Донецкое производственное объединение по добыче угля «Донецкуголь», Донецк, 1997.

Диссертация посвящена вопросам обеспечения устойчивости подготовительных горных выработок в зонах интенсивного проявления горного давления. В работе развивается новое направление в управлении состоянием вмещающих выработку пород, основанное на совмещении опоры усиливающей крепи, ее податливости и ограничении степени свободы разрушенной породы в опасной зоне. Установлены рациональные параметры комбинированной анкерно-стоечной кустовой крепи усиления. Численным компьютерным моделированием подтверждена эффективность новой крепи и объяснен механизм ее работы. Основные результаты работы нашли

промышленное применение на ряде шахт Донбасса, где была подтверждена эффективность разработанной новой комбинированной крепи усиления.

Ключевые слова: горная выработка, анкер, крепь усиления, компьютерное моделирование.

SUMMARY

Laptev A.A. Stability of underground roadway maintenance by local action to surrounding rocks.
Manuscript.

Candidate dissertation thesis on specialty 05.15.02 – underground extraction of deposits. – Donetsk manufacturing association by coal mining "Donetskugol", Donetsk, 1997.

Dissertation is devoted to the problem of stability of underground roadway maintenance under intensive ground pressure. New scientific direction has been developed. It combines post support action, its yield and limitation of broken ground movement in dangerous zone. New rational parameters have been established for this support. Efficiency of new support has been approved by computer modeling with finite element method and discrete element technique. The results of the research has found industrial application in coal mines of Donbass, where efficiency of new support has been confirmed in practice.

Key words: underground roadway, rock bolt, support, mathematical modeling.



Подп. к печати 25.12.97 г.
Ризографическая печать.
Уч. изд. л. 0,87.

Формат 60x84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 0,85.
Тираж 80 экз.

Бумага Polspeed.
Усл. кр.-отт. 0,9.
Заказ № 5.

Донецкий государственный технический университет

Горный институт
340000, г. Донецк, Артема, 58

431223

AB 39.520

AB 39.520