

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК ГЛИБОКИХ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

О.В. Наумович, м. Шахтарськ, Україна, Р.М. Терещук, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Україна

Наведено результати візуальних й інструментальних спостережень за проявами гірського тиску в підготовчих виробках шахти “Шахтарська-Глибока” та фізичного й математичного моделювання деформаційних процесів навколо сполучення лави і штреку. Встановлені закономірності зміни напружено-деформованого стану породного масиву залежно від характеристик засобів охорони підготовчої виробки. Визначені раціональні параметри нового комплексного способу охорони підготовчої виробки в умовах великих глибин розробки.

Ефективність роботи вугільних шахт залежить від багатьох факторів, з яких найбільш впливовим є стан основних розкриваючих і підготовчих гірничих виробок. Як транспортні магістралі вони забезпечують доступ до запасів вугілля, безперервність і надійність роботи підземного комплексу шахти.

Аналіз стану підготовчих виробок вугільних шахт України, а також витрат, пов'язаних з їх підтримкою і ремонтом, показує, що підтримка підготовчих виробок в експлуатаційному стані суттєво залежить від величини зміщення контуру, які зростають з поглибленням гірничих робіт.

Таким чином, проблема підтримки підготовчих виробок в стійкому стані під час всього періоду їх експлуатації не тільки залишається актуальною, але і набуває зростаючого характеру і вимагає створення, промислового освоєння, впровадження ефективних способів охорони і підтримки та розробки нових конструкцій кріплення підготовчих виробок. Особливої актуальності ці задачі набувають під час переходу видобутку корисних копалин на великі глибини.

Метою роботи є розробка і обґрунтування параметрів способу охорони і підтримки підготовчих виробок у зоні впливу очисних робіт в умовах глибоких вугільних шахт ДП «Шахтарськантрацит».

Характерним прикладом видобутку вугілля на великих глибинах є шахта “Шахтарська-Глибока”, яка в промисловому відношенні підпорядкована ДП «Шахтарськантрацит». Це одна з нових і перспективних шахт ДП, видобуток якої складає близько 60% від загальної здобичі ДП «Шахтарськантрацит», а проведення виробок – 55%.

Візуальне обстеження стану виробок й інструментальні вимірювання проводилися у 1-ому західному конвеєрному штреку та 1-ому східному конвеєрному штреку уклонного поля центрального блоку пласта h_8 горизонту 1380 м шахти “Шахтарська-Глибока”. В процесі визначалися найхарактерніші види руйнувань і деформацій елементів кріплення, зміщення контуру виробок, а також показник стійкості виробок.

Встановлено, що охорона та підтримка виробок в зоні впливу очисних робіт типовим аорчним кріпленням в умовах шахти “Шахтарська-Глибока” не забезпечує достатню їх стійкість. Показник стійкості для підготовчих виробок поза зоною впливу очисного вибою склав $\omega = 0,57$, в зоні впливу – $\omega = 0,14$. Результати інструментальних спостережень за зміщенням контуру виробки наведені на рис. 1 і 2.

Аналіз результатів шахтних досліджень показує наступне:

- шахтні способи кріплення і охорони виробок неефективні;
- значна частина виробок знаходиться у незадовільному стані, найбільш характерними видами проявів гірського тиску в підготовчих виробках є деформації і пошкодження кріплення (81,8%) і незначне здимання порід підодши (18,2%);
- у виробці поза зоною впливу лави можна виділити три зони поведінки навколишнього масиву: перша – обтискання виробки і незначні зміщення контуру (до 75 діб), друга – інтенсивні зміщення контуру (75-120 діб), третя – згасання процесів зміщення контуру (після 120 діб) (рис. 1);

– величина відносних зміщень верхняків і стійок у замках піддатливості з боку підняття в 2 рази більше, ніж з боку падіння (рис. 1);

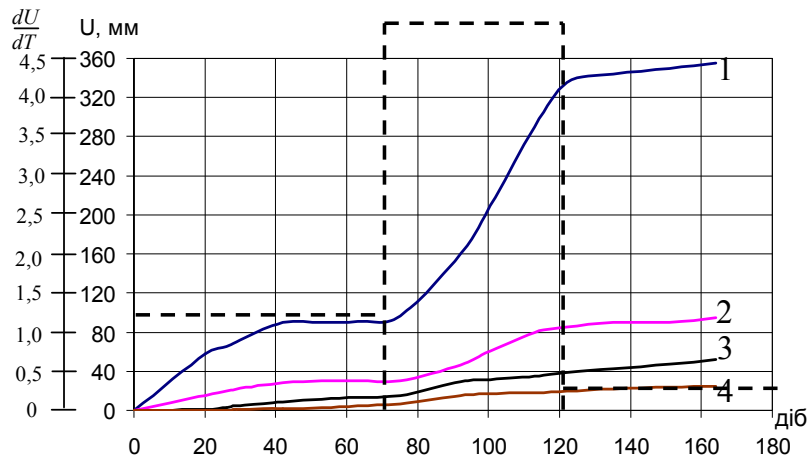


Рис. 1. Зміна величини і швидкості зміни вертикальної 1 і горизонтальної 2 конвергенції і замків піддатливості (підняття 3 і падіння 4) у виділеному перерізі залежно від часу (поза зоною впливу очисного вибою)

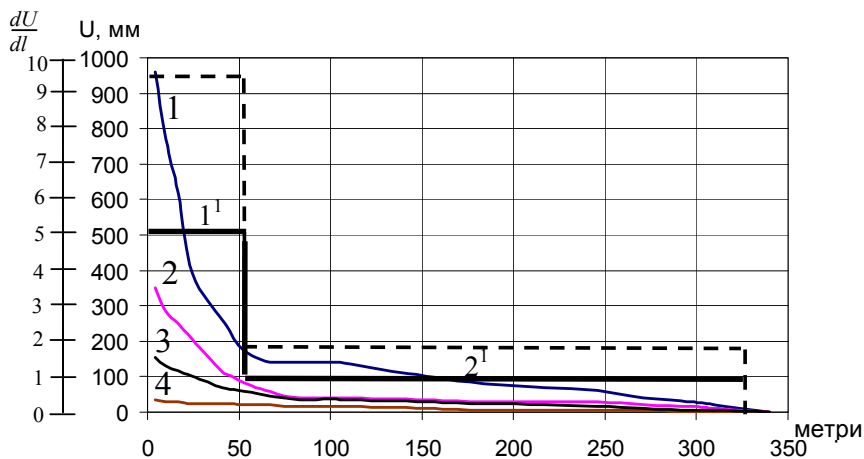


Рис. 2. Зміна величини і швидкості зміни вертикальної 1 і горизонтальної 2 конвергенції і замків піддатливості (підняття 3 і падіння 4) залежно від відстані до лави

– здимання порід піддошви практично не спостерігається (зміщення піддошви складають до 15% від вертикальної конвергенції);

– у зоні впливу лави виділяються дві зони поведінки навколишнього масиву: перша – незначні зміщення контуру виробки (відстань до лави більше 50 м), друга – інтенсивні зміщення контуру виробки (відстань до лави менше 50 м) (рис. 2);

– величина відносних зміщень верхняків і стійок у замках піддатливості з боку підняття в першій зоні в 2 рази більше, ніж з боку падіння, а в другій – в 3,5 рази (рис. 2);

– при наближенні лави на відстань до 30 м активізується процес здимання (підняття піддошви склало до 30% від вертикальної конвергенції);

– на момент введення підготовчої виробки в експлуатацію вертикальна конвергенція склала 51 см.

На основі аналізу літературних джерел і виробничого досвіду запропоновано новий спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок в умовах шахти “Шахтарська-Глибока”. Він полягає в тому, що виробку проводять широким вибоєм, з формуванням розкіски з боку підняття, в ній встановлюють охоронну конструкцію із залізобетонних плит, зводять арочне кріплення з підсиленням анкерами. Новий спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок може ви-

користуватися при положистому заляганні порід. Він дозволить забезпечити можливість підтримки необхідного перерізу виробки, як при відпрацюванні першої лави, так і при повторному використанні, призведе до зниження обсягів і вартості ремонтних робіт і поліпшить техніку безпеки ведення гірничих робіт.

Для обґрунтування ефективності та визначення параметрів цього способу, а також вивчення поведінки породного масиву навколо сполучення “лава-штрек” виконані дослідження на моделях з еквівалентних матеріалів. З урахуванням геометричних і фізичних критеріїв подібності підібраний еквівалентний матеріал на основі пісчано-парафіно-графітної суміші. Масштаб моделювання прийнятий таким, що дорівнює 1:50. Моделювалося шарувате середовище, яке відтворювало гірничо-геологічні умови пласта h_8 шахти “Шахтарська-Глибока”.

Дослідження виконувались в два етапи. Метою першого етапу моделювання було визначення достатньої кількості анкерів, як елемент підсилення рамного кріплення, у підготовчій виробці поза зоною впливу лави для підтримки її в експлуатаційному стані.

Для дослідження визначено 6 основних ситуацій кріплення виробки: виробка без кріплення (вар. 1), виробка з арочним кріпленням (вар. 2), виробка з арочним кріпленням + один анкер (вар. 3), виробка з арочним кріпленням + два анкери (вар. 4), виробка з арочним кріпленням + три анкери (вар. 5) і виробка з арочним кріпленням + чотири анкери (вар. 6). Довжина анкерів – 1,0...3,5 м. Результати досліджень наведені на рис. 3.

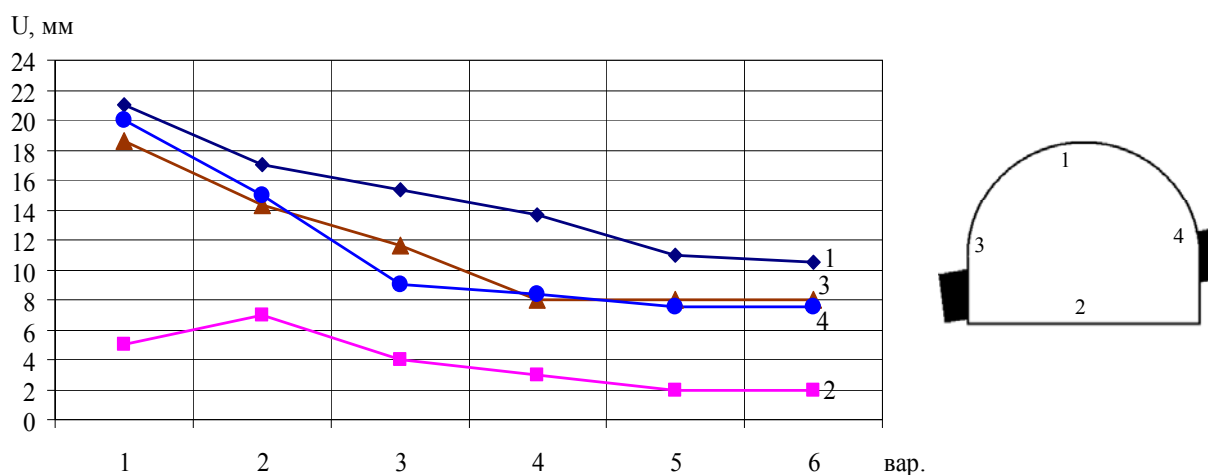


Рис. 3. Зміщення покрівлі (1), підшви (2) і боків виробки (3, 4) при навантаженні моделі γH

Параметри способу підтримки підготовчої виробки поза зоною впливу очисних робіт: арочне кріплення; один анкер ($l_a = 3$ м) у боці 3 (рис. 3) на висоті 2 м від підшви під кутом $25...35^\circ$ до горизонталі; другий анкер у боці 4 на висоті 3 м від підшви під кутом $130...140^\circ$ і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік падінні на 0,5 м під кутом $70...80^\circ$.

Метою другого етапу моделювання було визначити найбільш раціональні заходи для забезпечення стійкості підготовчих виробок при проході лави з метою повторного їх використання.

Для дослідження були визначені 2 основні ситуації (7 варіантів):

1. Підготовча виробка закріплена арочним піддатливим кріпленням + додатково встановлені: один анкер з боку масиву на висоті 2 м від підшви під кутом 30° до горизонталі; другий анкер з боку лави на висоті 3 м від підшви під кутом 135° і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік масиву на 0,5 м під кутом 75° , при проході лави. Довжина анкерів – 3 м (вар. 1).

2. Те ж саме, тільки з боку лави встановлена охоронна огорожа із залізобетонних плит (вар. 2-7) шириною – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 і 3 м відповідно. Результати досліджень наведені на рис. 4.

За результатами виконаних лабораторних досліджень встановлені параметри способу підтримки підготовчої виробки: арочним піддатливим кріпленням + додатково встановлені: один анкер ($l_a = 3$ м) з боку масиву на висоті 2 м від підшви під кутом 30° до горизонталі; другий анкер з боку лави на висоті 3 м від підшви під кутом 135° і третій в покрівлі зі змі-

щенням від осі виробки у бік масиву на 0,5 м під кутом 75° , з боку лави в розквісі встановлена огорожа із залізобетонних плит шириною 2,5 м.

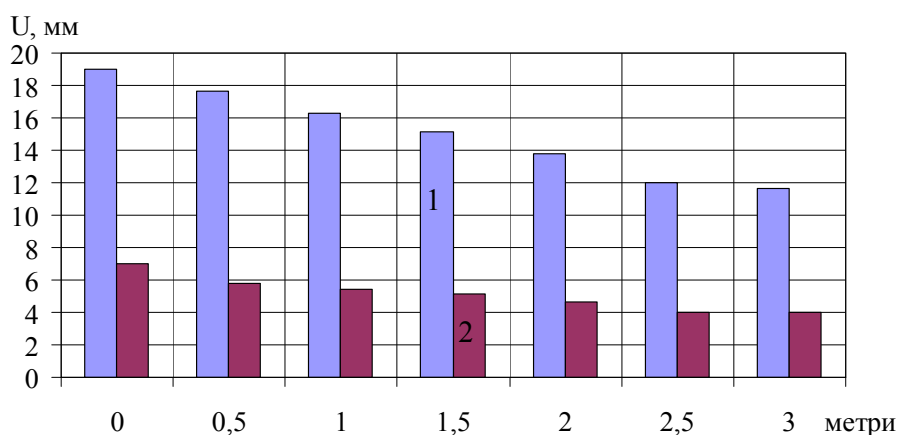


Рис. 4. Зміни величини горизонтальної 1 і вертикальної 2 конвергенції залежно від ширини охоронної огорожі

Таким чином, результати фізичного моделювання підтвердили ефективність запропонованих елементів охорони виробки.

Результати фізичного моделювання уточнювалися шляхом математичного моделювання процесів, що протікають навколо підготовчої виробки. Досліджувався напружено-деформований стан приконтурного масиву на сполученні “лава-штрек” і визначалися раціональні параметри нового комплексного способу охорони підготовчої виробки. Дослідження процесу зміщення контуру підготовчої виробки виконувалося методом скінченних елементів з урахуванням пластичних деформацій і можливого розміцнення матеріалу.

На основі вибраної деформаційної моделі середовища розроблені розрахункові схеми, в яких імітувалися різні ситуації, такі самі як і при моделюванні на еквівалентних матеріалах.

На першому етапі методом скінченних елементів моделювалась підготовча виробка поза зоною впливу очисних робіт, з лінійними розмірами: ширина – 5 м, висота – 3,5 м, потужність пласта – 1,5 м, розташована на глибині 1380 м, що відповідає гірському тиску 34,5 МПа. Були розглянуті 5 характерних ситуацій:

1. Підготовча виробка в масиві, закріплена арочним піддатливим кріпленням.
2. Підготовча виробка в масиві, закріплена арочним піддатливим кріпленням і один анкер в боці зі сторони підняття.
3. Підготовча виробка в масиві, закріплена арочним піддатливим кріпленням і два анкери: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння.
4. Підготовча виробка в масиві, закріплена арочним піддатливим кріпленням і три анкери: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння і один в покрівлі.
5. Підготовча виробка в масиві, закріплена арочним піддатливим кріпленням і чотири анкери: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння і два в покрівлі.

За результатами чисельних розрахунків отримані залежності зміни зміщень у підготовчій виробці залежно від даної ситуації (рис. 5).

З рис. 5 видно, що збільшення кількості анкерів більше 3 (ситуації 4 і 5) не призводить до значного поліпшення геомеханічної ситуації навколо підготовчої виробки, тому ситуація 4 прийнята як найбільш раціональний спосіб підтримки підготовчої виробки в умовах шахти “Шахтарська-Глибока”. Достатня довжина анкера склала 3 м, що досить добре співпадає з результатами лабораторного моделювання.

За результатами виконаних чисельних досліджень встановлені параметри способу підтримки підготовчої виробки поза зоною впливу лави в умовах шахти “Шахтарська-Глибока”: арочне кріплення, один анкер (довжиною 3 м) в боці зі сторони падіння на висоті 2 м від пі-

дошви під кутом $25...35^{\circ}$ до горизонталі, другий анкер в боці зі сторони підняття на висоті 3 м від підшови під кутом $130...140^{\circ}$ і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік падіння на 0,5 м під кутом $70...80^{\circ}$ (рис. 5).

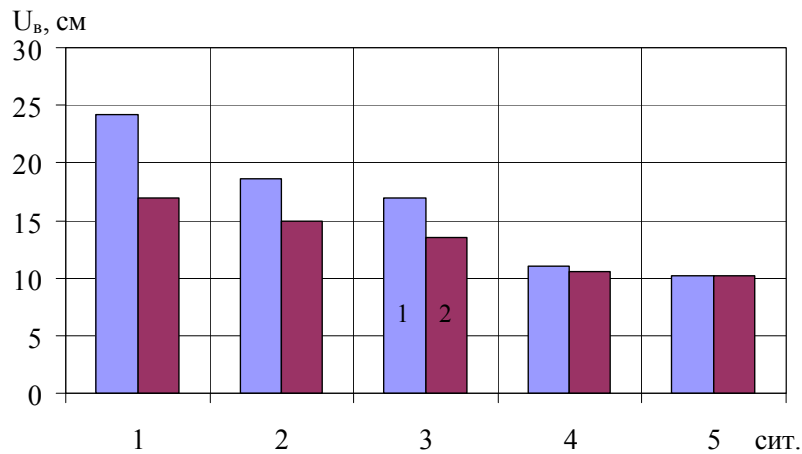


Рис. 5. Залежність зміни вертикальної (1) і горизонтальної (2) конвергенції у підготовчій виробці залежно від ситуації при довжині анкера 3 м

На другому етапі методом скінченних елементів моделювалась підготовча виробка в зоні впливу очисних робіт, з тими ж лінійними розмірами, що і на першому етапі. Для дослідження були визначені 2 основних ситуації (7 варіантів):

1. Підготовча виробка, закріплена арочним піддатливим кріпленням при проході лави (вар. 1).
2. Те ж саме, тільки з боку лави встановлена охоронна конструкція з залізобетонних плит (вар. 2-7) шириною – 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 і 3 м відповідно.

Як видно з рис. 6, точка максимальних зміщень порід покрівлі підготовчої виробки зміщується від сполучення лави з виробкою до центру виробки і за наявності охоронного елемента величина її зменшується практично вдвічі.

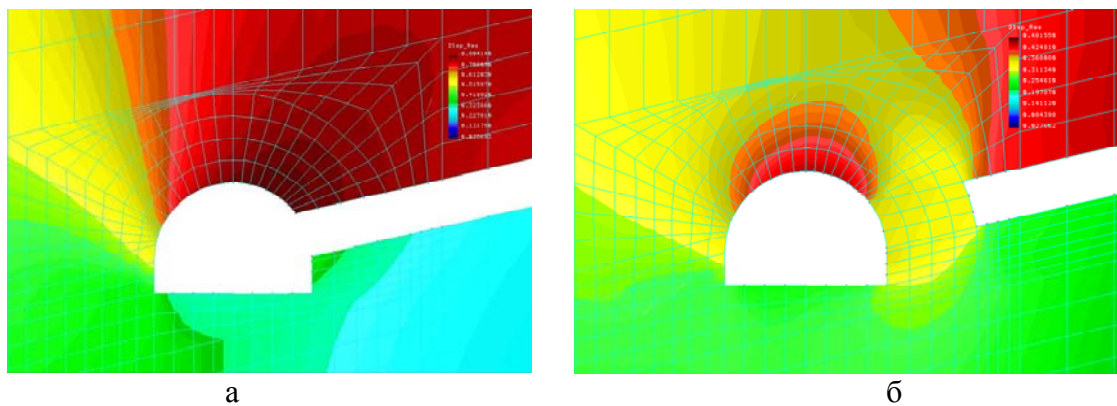


Рис. 6. Картина розподілу повних переміщень (а – вар. 1, б – вар. 6)

Аналіз рис. 6 і 7 показує, що при ширині охоронної конструкції понад 2,5 м зміни величин конвергенцій незначні, тому найбільш раціональним способом охорони і підтримки підготовчих виробок в зоні впливу лави для даних умов є варіант 6.

Виконання всіх заходів щодо охорони і підтримки підготовчої виробки, запропонованих в даній роботі, поєднанню способів охорони виробки поза зоною (сит. 4) і в зоні впливу лави (вар. 6), призведе до зменшення величин вертикальної (з 109 см до 55 см) і горизонтальної (з 38,5 см до 17,7 см) конвергенцій і поліпшення геомеханічної ситуації навколо виробки і спо-

лучення. При цьому зсуви покрівлі складуть 33,8 см, а підшви – 21,2 см, що дає можливість говорити про безремонтну підтримку виробки і, надалі, її використання повторно.

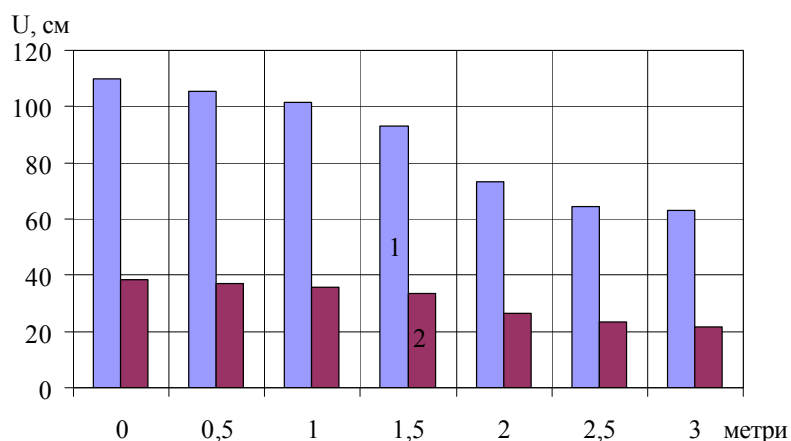


Рис. 7. Залежність зміни вертикальної (1) і горизонтальної конвергенції (2) в підготовчій виробці залежно від ширини охоронної конструкції

Для перевірки ефективності запропонованого способу охорони в шахтних умовах були вибрані експериментальна і контрольна ділянки (по 100 м кожна) в 1-ому західному конвеєрному штреку уклонного поля центрального блоку горизонту 1380 м, що проводився по пласту h_8 .

Дані вимірювань показали, що тривалість періоду інтенсивних зміщень контуру підготовчої виробки для експериментальної ділянки складає 2...3 дні, а для контрольної – 3...4 дні. Швидкості зміщень контуру виробки в інтенсивному періоді складають: для експериментальної ділянки – 15 см/доб., а для контрольної – 26 см/доб. Таким чином, запропонований комплексний спосіб охорони підготовчої виробки зменшує швидкість зміщення в 1,5 рази.

Результати, що отримані при натурних вимірюваннях, фізичному і математичному моделюванні не відрізняються більш ніж на 11,2%. Це підтверджує правильність вибору розрахункових моделей і загальної методики досліджень.

Таким чином, раціональні параметри нового способу запобігання негативній дії гірського тиску в зоні впливу очисних робіт, наступні: а) речне піддатливе кріплення + один анкер (довжиною 3 м) з боку падіння на висоті 2 м від підшви під кутом 30^0 до горизонталі, другий анкер з боку підняття на висоті 3 м від підшви під кутом 135^0 і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік падіння на 0,5 м під кутом 75^0 ; б) з боку майбутньої лави в розквісі огорожа шириною 2,5 м із залізобетонних плит.

ШАХТНЫЕ ВИЗУАЛЬНЫЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев, С.Н. Гапеев, Национальный горный университет, Украина

Приведены результаты шахтных визуальных обследований состояния горных выработок шахт шахтоуправлений ДТЭК Добропольского региона. Определены основные факторы, влияющие на устойчивость выработок. Намечены основные направления исследований для решения технических вопросов улучшения работы шахт.

Стабилизация работы угольной отрасли Украины и достижение намеченных рубежей по объему добычи и снижению себестоимости угля невозможны без концентрации горных работ. Важ-