

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента _____ Пленник Антоніни Миколаївни _____

академічної групи _____ 184М-17з-5 _____

спеціальності _____ 184 Гірництво _____

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою _ Будівельні геотехнології та геомеханіка _____

на тему Обґрунтування параметрів способу підтримки підготовчих виробок на шахті «Новодонецька» ВАТ «ДТЕК Добропіллявугілля» _____

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Терещук Р.М.			
розділів	Вигодін М.О.			

Рецензент	Бабець Д.В.			
-----------	-------------	--	--	--

Нормоконтролер	Максимова Е.О.			
----------------	----------------	--	--	--

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
будівництва, геотехніки і геомеханіки

_____ Гапєєв С.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2018 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра**

студенту _____ Пленник А.М. _____ академічної групи 184м-17з-5 _____
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності _____ 184 Гірництво _____

спеціалізації _____

за освітньо-професійною програмою Будівельні геотехнології та геомеханіка _____

на тему Обґрунтування параметрів способу підтримки підготовчих виробок на шахті «Новодонецька» ВАТ «ДТЕК Добропіллявугілля» _____

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.12.2018 р. №2049-л

Розділ	Зміст	Термін виконання

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Терещук Р.М.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Пленник А.М.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 84 с., 43 рис., 1 табл., 46 джерел, 1 додаток.

Метою досліджень є розробка та обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт в умовах вугільних шахт.

Основна ідея роботи полягає в використанні закономірностей прояву гірського тиску в підготовчих виробках, що розташовані в зоні впливу очисних робіт, для обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки.

Виконано аналіз виробничої діяльності шахти «Новодонецька», що дозволило визначити мету і сформулювати основні задачі досліджень, які полягають в обґрунтуванні можливості повторного використання підготовчих виробок.

Розроблені нові розрахункові схеми і алгоритм чисельного моделювання системи «кріплення-охоронна конструкція-породний масив», що дозволяють встановити закономірності зміни напружено-деформованого стану неоднорідного породного масиву навколо підготовчої виробки, яка знаходиться в зоні впливу очисних робіт.

На основі математичного моделювання деформаційних процесів в масиві навколо сполучення лави та штреку встановлено закономірності зміни напружено-деформованого стану масиву в залежності від характеристик елементів способу охорони підготовчої виробки, що дозволило для умов шахти «Новодонецька» визначити раціональні параметри нового способу запобігання негативного впливу гірського тиску в зоні впливу очисних робіт.

Отримано економічний ефект від реалізації запропонованого способу охорони та підтримки підготовчих виробок.

ВУГІЛЬНА ШАХТА, ПІДГОТОВЧА ВИРОБКА, СПОСІБ ОХОРОНИ ТА
ПІДТРИМКИ, АНКЕРНЕ КРЕПЛЕННЯ, ОГОРДЖУЮЧА КОНСТРУКЦІЯ,
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА УМОВИ РОЗРОБКИ НА ШАХТІ «НОВОДОНЕЦЬКА».....	9
1.1. Загальні відомості про вугільну промисловість України.....	9
1.2. Гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови розробки на шахті «Новодонецька».....	12
1.2.1. Загальні відомості про шахту «Новодонецька».....	12
1.2.2. Коротка геологічна характеристика.....	16
1.3. Вибір об'єкта досліджень.....	17
1.4. Мета, ідея, основні задачі та методи досліджень.....	18
Висновки.....	20
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК.....	21
2.1. Способи охорони та підтримки підготовчих виробок.....	21
2.2. Вибір способу охорони та підтримки підготовчої виробки в умовах шахти «Новодонецька».....	34
Висновки.....	38
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИКОНТУРНОГО ПОРОДНОГО МАСИВУ І ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ.....	39
3.1. Аналіз чисельних методів дослідження напружено-деформованого стану приконтурного породного масиву.....	39
3.2. Розробка алгоритму аналітичних досліджень та обґрунтування розрахункової схеми.....	41
3.3. Дослідження напружено-деформованого стану приконтурного масиву підготовчих виробок в зоні і поза зоною впливу очисних робіт і ви-	

значення найбільш раціональних заходів щодо їх охорони та підтримки.....	47
Висновки.....	64
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ НОВОГО СПОСОБУ ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК І ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	65
4.1. Технологія проведення підготовчих виробок при реалізації нового способу охорони та підтримки.....	65
4.2. Основні проектно-кошторисні параметри магістерської роботи.....	68
4.3. Розрахунок економічної ефективності нового способу охорони та підтримки підготовчих виробок.....	69
Висновки.....	70
ВИСНОВОК.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72
ДОДАТОК.....	77

ВСТУП

Актуальність теми. Ритмічність, ефективність і безпека роботи у вугільній шахті суттєво залежить від стану капітальних і підготовчих виробок.

Для шахт Добропільського регіону з кожним роком набуває все більшу актуальність проблема забезпечення стійкості підготовчих виробок у зв'язку з швидким поглибленням гірничих робіт і погіршенням гірничо-геологічних умов. Близько 15-20 % протяжності виробок мають незадовільні розміри поперечних перерізів. На ряді шахт доводиться щорічно ремонтувати до 30-40 % загальної протяжності виробок. Значна частина цих робіт (до 90 %) припадає на ремонт виробок, в зоні впливу очисних робіт. Роботи з підтримки виробок виконуються вручну, їх дуже важко механізувати, і вони становлять небезпеку для гірників.

Стійкість підготовчих виробок залежить, в основному, від способів їх проведення, охорони і розташування відносно очисних робіт, а також від типу, конструкції та несучої здатності кріплення, що встановлено в них.

Тому питання вибору раціональних засобів і способів кріплення та підтримки підготовчих виробок в складних умовах експлуатації стають все більш актуальними, так як від їх правильного вирішення залежать і безпека робіт, і своєчасна підготовка очисного фронту, і техніко-економічні показники роботи шахт.

Характерною в цьому відношенні є шахта «Новодонецька», для якої в зв'язку зі збільшенням глибини розробки дуже серйозною постає проблема підтримки підготовчих виробок. Способи охорони, що є на сьогоднішній день, – малоефективними. Тому розробка нових способів охорони та підтримки виробок в гірничо-геологічних умовах, що швидко змінюються, обґрунтування параметрів цих способів на основі вивчення закономірностей взаємодії системи «кріплення-охоронна конструкція-породний масив», є актуальним завданням, що має важливе наукове і практичне значення, вирішенню якої і присвячена магістерська робота.

Метою досліджень є розробка та обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт в умовах вугільних шахт.

Основна ідея роботи полягає в використанні закономірностей прояву гірського тиску в підготовчих виробках, що розташовані в зоні впливу очисних робіт, для обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки.

Об'єктом досліджень є стійкість підготовчих виробок вугільних шахт, що пройдені в неоднорідному породному масиві в зоні впливу очисних робіт.

Предметом досліджень є параметри способу охорони та підтримки підготовчих виробок в умовах великих деформацій приконтурного масиву.

Основні задачі дослідження включають:

- вибір об'єкта досліджень;
- аналіз способів охорони та підтримки підготовчих виробок;
- виявлення закономірностей зміни напружено-деформованого стану приконтурного масиву підготовчої виробки при виконанні нового способу охорони та підтримки;
- визначення раціональних параметрів нового способу охорони та підтримки підготовчої виробки в конкретних гірничо-геологічних умовах.

Методи досліджень. Методичну основу досліджень складає комплексний підхід, що включає аналіз і узагальнення літературних даних та математичне моделювання із застосуванням методу скінченних елементів.

Наукова новизна отриманих результатів:

- розроблені нові розрахункові схеми і алгоритм чисельного моделювання системи «кріплення-охоронна конструкція-породний масив», що дозволяють встановити закономірності зміни напружено-деформованого стану неоднорідного породного масиву навколо підготовчої виробки, яка знаходиться в зоні впливу очисних робіт;
- встановлені залежності зміни вертикальної та горизонтальної конвергенції в підготовчих виробках, що знаходяться в зоні впливу очисних робіт, від

зміцнення порід покрівлі за допомогою анкерного кріплення і зведення в розкiсці охоронної конструкції із залізобетонних плит;

– встановлені закономірності зміни напружено-деформованого стану породного масиву при здійсненні комплексу заходів з управління приконтурного масиву, в зоні впливу опорного тиску, що дозволило для умов шахти «Новодо-нецька» розробити новий спiсiб охорони підготовчих виробок.

Наукове значення роботи полягає у встановленні закономірностей змін напружено-деформованого стану приконтурного масиву при використанні нового комплексного способу охорони та підтримки підготовчих виробок в умовах відпрацювання пологих вугільних пластів.

Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні параметрів ресурсозберігаючого способу охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА УМОВИ РОЗРОБКИ НА ШАХТІ «НОВОДОНЕЦЬКА»

1.1. Загальні відомості про вугільну промисловість України

Паливно-енергетичний комплекс відіграє головну роль в економіці будь-якої промислово розвинутої країни, до яких відноситься і Україна. Традиційними джерелами енергії на даний час є мінеральні енергоносії – нафта, природний газ та вугілля.

Майбутній розвиток вугільної промисловості світу пов'язано з розширенням використання вугілля в теплоенергетиці, так як його ціна приблизно в 2,5 рази нижче ціни еквівалентного по тепломісткості кількості нафти і в 1,3 рази газу. Перевага вугілля в світовому масштабі перед іншими видами енергетичної сировини – можливість транспортування будь-яким видом транспорту без особливого впливу на навколишнє середовище, досить великі запаси, можливість застосування чистих технологій при його спалюванні.

Вугілля – єдиний енергоносіє, обсяги якого потенційно достатні для повного забезпечення потреб національної економіки. Тому вугільна промисловість України є гарантом енергетичної незалежності держави.

Аналіз тенденцій розвитку енергетики свідчить, що в структурі світових запасів органічного палива на вугілля припадає 67, на нафту – 18 і на природний газ – 15 %. В Україні ці показники становлять відповідно 95,4; 2 і 2,6 %. Загальний обсяг запасів вугілля в Україні 117,5 млрд. т, з них промислових на діючих шахтах – 6,5 млрд. т, з яких 3,5 млрд. т – енергетичне вугілля [1]. Ці запаси дозволяють стабільно видобувати по 100 млн. т вугілля протягом 500 років.

Орієнтація країни на розвиток енергетичної бази визначається її ресурсних потенціалом. В Україні, зокрема, основним енергоносієм є вугілля.

Вугільна промисловість України постачає свою продукцію для потреб електроенергетики (майже 38 % від загального обсягу поставок), коксохімічно-

го виробництва (22 %), населення (11 %), комунально-побутових споживачів (3 %) та інших споживачів (26 %). Для України видобуток вугілля має пріоритетне значення – його частка в загальному паливно-енергетичному балансі країни становить близько 25 % (в перерахунку на умовне паливо). Обсяги видобутку у вугільній промисловості України за останні одинадцять років наведені на рис. 1.1.

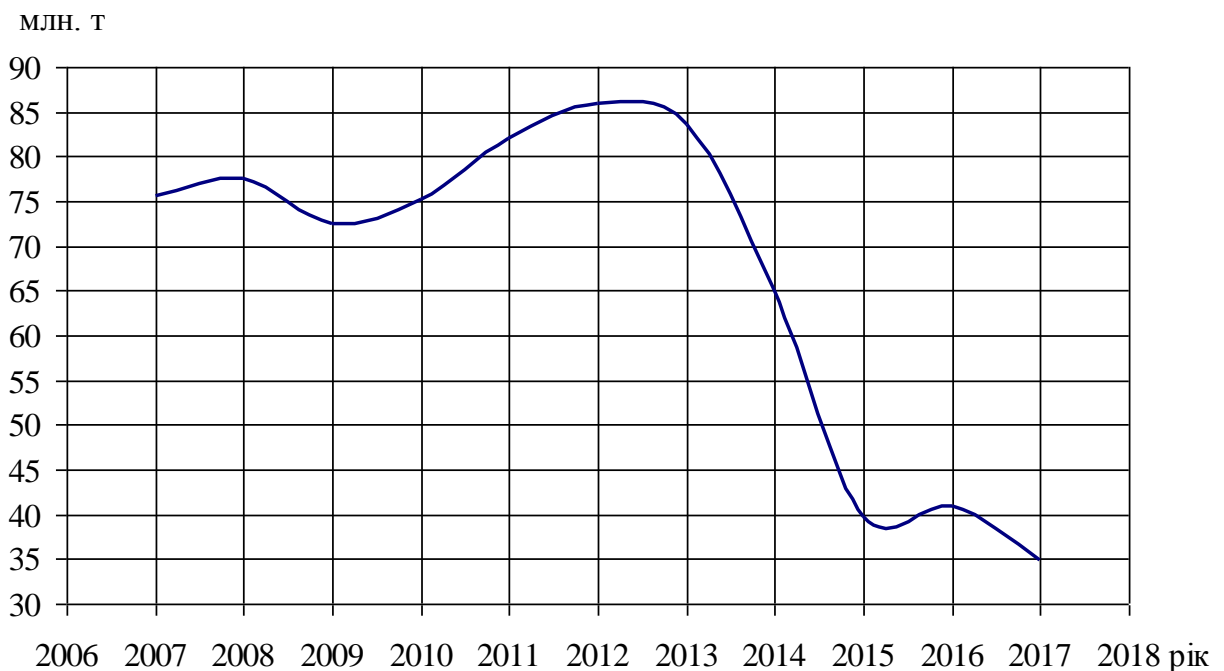


Рис. 1.1. Обсяги видобутку вугілля на шахтах України за 2007...2017 рр.

Однак, вугільна промисловість, яка є однією з базових галузей національної економіки, на сьогоднішній день знаходиться у важкому стані. Незважаючи на антикризові заходи і значну підтримку галузі з боку держави, динаміка основних показників стану державного сектору вугільної промисловості показує, що криза в галузі тільки посилюється.

Особливо загрозлива ситуація склалася в галузі після початку проведення антитерористичної операції, внаслідок чого було порушено залізничне сполучення, поставка матеріалів і обладнання на вугледобувні підприємства, значно погіршилися розрахунки за спожиту електроенергію і відвантажену вугільну продукцію. В результаті на підприємствах галузі, які знаходяться на контролю-

ваній території, за останні роки значно зменшилися обсяги видобутку вугілля і проведення гірничих виробок.

Ефективність роботи вугільних шахт залежить від багатьох причин, в числі яких однією з найбільш істотних є стан основних розкривних і підготовчих гірничих виробок. Будучи транспортними магістралями, вони забезпечують доступ до запасів вугілля, безперервність і надійність роботи підземного комплексу шахти.

Проблема забезпечення стійкості гірничих виробок набуває особливе велике значення зі збільшенням глибини розробки, так як при цьому підвищується величина гірського тиску, що обумовлює значні деформації кріплення гірничих виробок.

Для забезпечення експлуатаційного стану гірничих виробок доводиться вести ремонтні роботи, які полягають в повному перекріпленні окремих ділянок або всієї виробки, застосування тимчасового підсилюючого кріплення, заміни деформованих елементів кріплення, підривання здимних порід підосви, збільшенні щільності встановлення рам, заміни міжрамного огороження й ін.

При переході на великі глибини зміщення контурів виробок збільшились, приблизно, в 3 рази [2]. Застосування піддатливого кріплення з великим запасом на осадку (до 85 % виробок [3]) не дало позитивного результату, так як кріплення з СВП, що має низьку несучу здатність в піддатливому режимі, не здатне протидіяти підвищеному гірському тиску. В результаті стан гірничих виробок залишається незадовільним.

Аналіз стану підготовчих виробок вугільних шахт України, а також витрат, що пов'язані з їх підтримкою і ремонтом, показує, що великі труднощі при підтримці підготовчих виробок в експлуатаційному стані представляють великі зміщення контуру.

Таким чином, проблема підтримки підготовчих виробок в стійкому стані під час всього періоду їх експлуатації не тільки є актуальною, але і набуває зростаючого характеру і вимагає створення, промислового освоєння і впровадження ефективних способів охорони та підтримки і розробки нових конструкцій

кріплення підготовчих виробок. Особливої актуальності це завдання набуває при переході видобутку корисних копалин на великі глибини.

1.2. Гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови розробки на шахті «Новодонецька»

1.2.1. Загальні відомості про шахту «Новодонецька».

Шахта «Новодонецька» ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля» за адміністративним поділом розташована на території Олександрійського та Добропільського районів Донецької області. Площа шахтного поля займає місце в північно-західній частині Красноармійського кам'яно-вугільного району, що розташований на південно-західному крилі Кальміус-Горецької котловини Донбасу з розмірами 6900 м – по простяганню і 3800 м – по падінню пластів. Шахта «Новодонецька» введена в експлуатацію в 1968 році з проектною потужністю 1200 тис. т вугілля на рік. Встановлена виробнича потужність на даний час – 1000 тис. т вугілля на рік.

Шахта забезпечена необхідним технологічним комплексом для видобутку вугілля. Видобуте вугілля в залізничних вагонах направляється для переробки на збагачувальні фабрики.

Розкриття шахтного поля здійснено двома вертикальними центральнотвоєними стволами горизонт 320 м., квершлагами на північному і південному крилах і шурфами № 1, 2, 3, 4.

Схема підготовки панельна з групуванням пластів по транспорту, вентиляції на польові магістральні штреки горизонт 320 м. Розміри панелей по простяганню 1,2-2,0 км, по падінню 1,2-1,5 км. На даний час ведуться гірничі роботи з підготовки та відпрацювання північної уклонної панелі пласта k_7 .

Протяжність діючих виробок становить 62,5 км, з яких 11,4 км або 18,2 % не відповідають вимогам правил безпеки.

Кріплення магістральних і панельних похилих виробок металеве арочне з спец. профілю з щільністю 1,5-2,0 рами на 1 м. Ярусні штреки закріплюються

металевим арочним кріпленням або трапецієподібним змішаним (дерев'яні стійки під металевий верхняк з СВП), затягування боків і покрівлі магістральних і панельних похилих виробок залізобетонне, ярусних штреків дерев'яне або металевою сіткою.

Охорона магістральних і панельних похилих виробок здійснюється запобіжними ціликами (розміром 45-95 м). Частково відпрацювання цих ціликів здійснюється при погашенні уклонів (бремсбергів) і магістральних штреків.

Підготовка лав на всіх пластах ведеться по безціликовій технології з проходженням одного штреку вприсічку до відпрацьованого простору раніше пройденої лави.

Майже всі пластові гірничі виробки проходяться прохідницькими комбайнами з транспортуванням гірської маси скребковими і стрічковими конвеєрами. Невелика частина пластових виробок, польові виробки з міцними породами і квершлагами проходяться за допомогою БПР із застосуванням породонавантажувальних машин.

На шахті здійснено повну конвеєризація потоку вугілля з очисних і підготовчих вибоїв до головного ствола шахти. Схема конвеєрного транспорту багатоступенева, розгалужена на 3 напрямки: конвеєрні лінії південного крила, північного крила і центрального бремсберга. Всього на шахті в роботі знаходиться 25 магістральних конвеєрів.

За метановиділення шахта відноситься до III категорії. Відносна метановість шахти становить 12,4 м³/т, абсолютна – 9,3 м³/хв. Вугільні пласти не викиднебезпечні та не ударонебезпечні.

Схема провітрювання шахти – флангова, спосіб провітрювання – всмоктуючий. Схема провітрювання виїмкових діляниць – зворотноточна, висхідна.

Шахта працює на безперервному робочому тижні. Режим роботи – чотирьохзмінний – три зміни видобувних і одна ремонтно-підготовча. Тривалість зміни на підземних роботах – 6 годин. На поверхні – три зміни по 8 годин.

Динаміка показників роботи шахти «Новодонецька» за 2007-2017 рр. наведені на рис. 1.2-1.4.

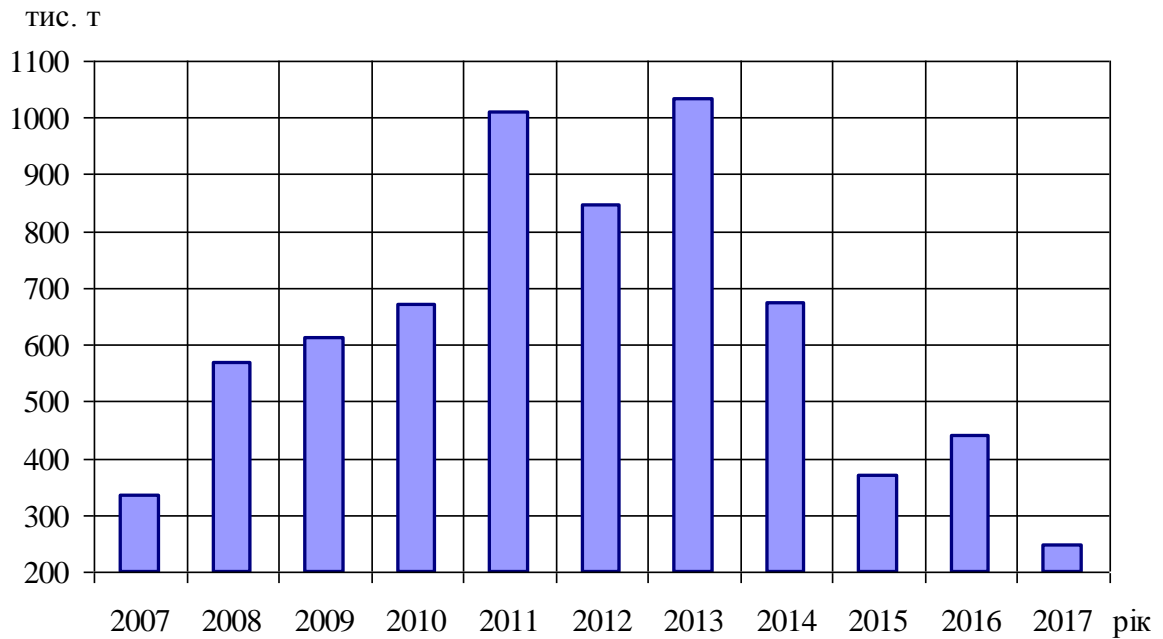


Рис. 1.2. Обсяги видобутку вугілля на шахті «Новодонецька»

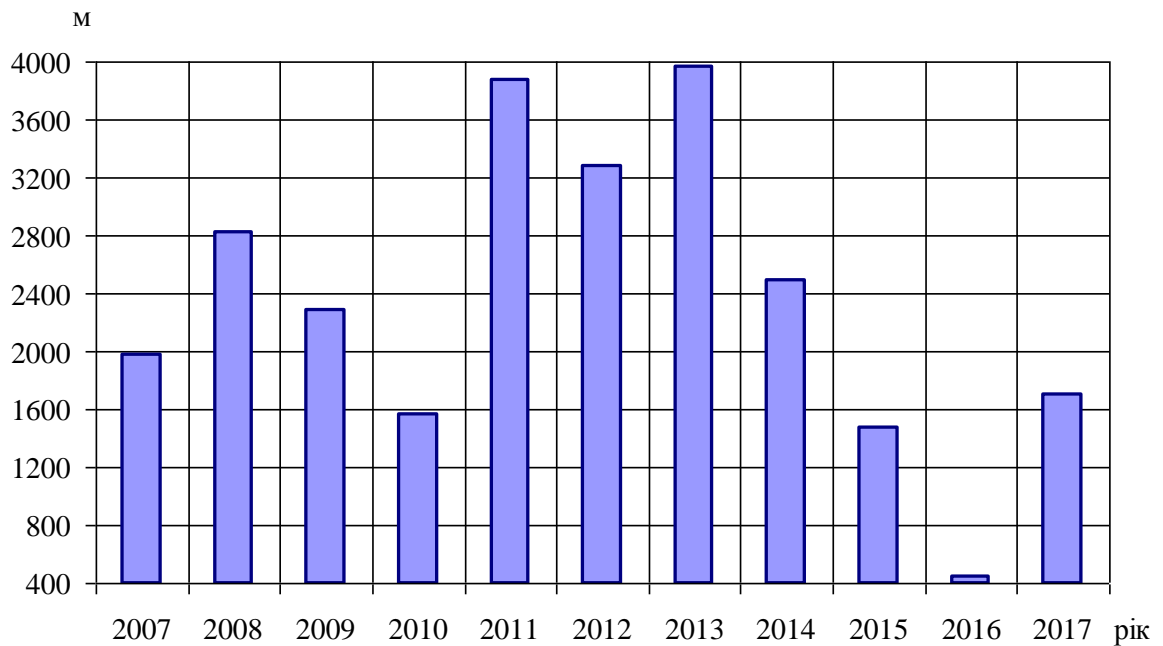


Рис. 1.3. Обсяги проведення гірничих виробок на шахті «Новодонецька»

З рис. 1.2-1.4 видно, що за останні роки шахта працювала нестабільно, а з 2013 р. намітився спад видобутку вугілля та обсягів проведення виробок. На сьогоднішній день видобуток вугілля в 3 рази менше від проектного.

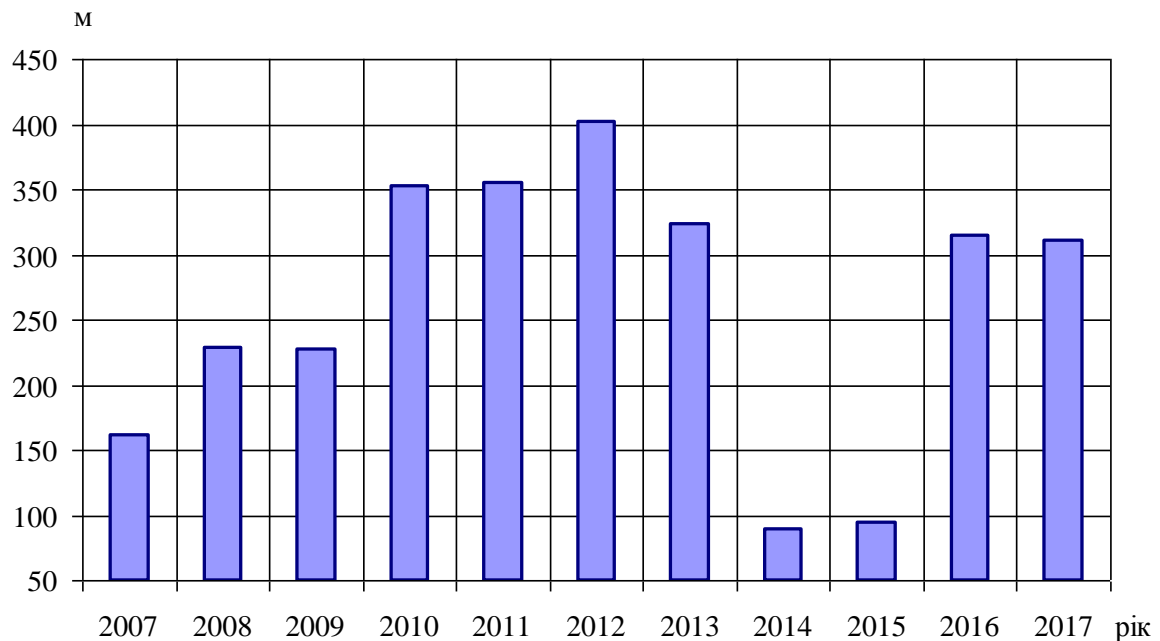


Рис. 1.4. Обсяги ремонтних робіт в гірничих виробках на шахті «Новодонецька»

Для гірничо-геологічних умов шахти «Новодонецька» характерні значні зміщення глинистих порід покрівлі та здимання порід підшви. Особливо це проявляється в підготовчих виробках в зоні впливу очисних робіт.

Аналіз показує, що основна причина ремонтних робіт криється в невідповідності несучої здатності кріплення діючому навантаженню і недостатньо ефективним способам охорони та підтримки і наявності здимання порід підшви виробок. Основна частина ремонтних робіт припадає на виробки, які є в зоні впливу очисних робіт.

Прояв гірського тиску в підготовчих виробках в зоні впливу лави має велику інтенсивність і протікає тривалий час. Це призводить до розвитку значних деформацій приконтурного масиву і руйнування кріплення [4].

Пошук ефективних способів охорони та підтримки виробок в зоні впливу очисних робіт є важливим науково-практичним завданням. Оскільки традиційні способи і засоби не забезпечують експлуатаційний стан виробок, це негативно позначається на продуктивності очисних вибоїв та безпеці праці на шахті.

1.2.2. Коротка геологічна характеристика.

В геологічній будові шахтного поля приймають участь відклади середнього карбону, третинного і четвертинного віку. Простягання порід північно-західне, кути падіння на північному сході 10-15°.

Прості плікативні форми складчастості шахтного поля ускладнені низкою великих, паралельних, диз'юнктивних порушень: Самойлівський, Гнилушинський і Добропільський скиди. Всі порушення мають північно-західне простягання.

Балансові запаси на 01.01.2017 р. складають 87,6 млн. т. Запаси категорії С₂ складають 18,8 млн. т., позабалансові запаси 24,7 млн. т. Промислові запаси станом на 01.01.2017 р. складають 61,9 млн. т. Марка вугілля ДГ, Г. На балансі шахти знаходиться 10 пластів потужністю 0,7-2,47 м. Залягання пластів полого 9-16 градусів. Максимальна глибина розробки становить 756 м.

Верхня межа метанової зони приурочена до глибин розробки 175-225 м. Природна газоносність на нижньому технічному кордоні 11-13 м³/т г.м. Температура гірських порід на нижньому технічному кордоні 33,8°С.

Вугільний пласт *k*₇ (табл. 1.1 та рис. 1.5) на площі ділянки складної трьохпачечної будови. Потужність верхньої вугільної пачки 1,00-1,16 м, нижньої 0,39-0,56 м, розділового прошарку 0,28-0,97 м.

Таблиця 1.1

Фізико-механічні параметри вугільного пласта *k*₇ та порід

Матеріал	Модуль пружності, 10 ⁴ МПа	Коефіцієнт Пуассона	Межа міцності на одновісне стиснення, МПа	Межа міцності на розтягнення, МПа	Щільність порід, т/м ³	Потужність шару, м
Аргіліт (основна покрівля)	0,73	0,25	16	1,6	2,3	12,0
Алевроліт (безпосередня покрівля)	0,9	0,23	35	3,5	2,4	4,5
Вугільний пласт <i>k</i> ₇	0,92	0,16	18	1,8	1,32	1,5
Аргіліт (безпосередня підшва)	0,73	0,25	16	1,6	2,3	2,0
Пісковик (основна підшва)	1,8	0,21	65	6,5	2,5	4,0



Рис. 1.5. Структурна колонка пласта k_7

Вугілля чорне, напівблискуче, тонкострічкове, з включеннями піриту, розбите ендегенними тріщинами, середньої міцності. Розділовий прошарок представлений аргілітом – сірий, грудкуватий, слабкий, із залишками обвугленої флори з дрібними поверхнями ковзання. Середня потужність пласта 1,93 м. Залягання хвилясте, кути падіння 10-13°.

1.3. Вибір об'єкта досліджень

Підтримка в робочому стані виробок, що експлуатуються в зоні впливу очисних робіт, є одним з найважливіших факторів, визначаючих стабільну роботу видобувних ділянок.

Продуктивність очисних комплексів, собівартість видобутого вугілля та інші техніко-економічні показники роботи шахти знаходяться в прямій залежності від стійкості відповідного комплексу горизонтальних і похилих виробок. Досвід роботи гірничих підприємств показує, що підтримка виробок в зоні впливу очисних робіт – досить складна, трудомістка і дорога задача. Поєднання великої кількості факторів, що впливають (кут нахилу пласта, його потужність, міцність, шаруватість, обводненість гірських порід, температура навколишньо-

го середовища, неравномірне завантаження кріплення і т. п.) визначає ті труднощі, які пов'язані із забезпеченням стійкості виробок.

Визначальними, що впливають на стійкість, факторами є геомеханічні процеси, які пов'язані з виїмкою пласта і подальшим обваленням порід покрівлі. Врахування цих факторів призвело до розробки і впровадженню різного кріплення, що відрізняється особливостями конструкції, принципом роботи, характером взаємодії з породним масивом і т. п. Кріплення, що використовується, в ряді випадків дає позитивний ефект, однак, не можна вважати питання забезпечення стійкості виробок в зоні впливу очисних робіт вирішеним до кінця.

Як об'єкт досліджень прийнята зона відпрацювання шахтного поля навколо 1 північної лава уклону пласта k_7 .

Вихідним матеріалом для виконання аналітичних досліджень, розробки конструктивних і технологічних рішень щодо підвищення стійкості підготовчих виробок стали результати шахтних досліджень виконані співробітниками кафедри будівництва, геомеханіки та геотехніки Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» [5-7].

Аналізуючи дані про стан гірничих виробок і результати виконаних візуальних обстежень підготовчих виробок можна відмітити, що значна частина виробок знаходиться в незадовільному стані, заважає ритмічній роботі шахти, погіршує провітрювання і процес транспортування.

1.4. Мета, ідея, основні задачі та методи досліджень

У зв'язку з переходом підземних гірничих робіт на глибокі горизонти значно погіршуються гірничо-геологічні умови розробки пластів в основних вугільних басейнах країни.

На глибоких шахтах значно збільшуються витрати на ремонт і перекріплення підготовчих виробок, ускладнюються заходи щодо боротьби з раптовими викидами вугілля і газу, гірськими ударами і по зниженню високої температури. Найбільший вплив на прояви гірничого тиску в підготовчих виробках здійснюють збільшення

глибини розробки і ускладнення гірничо-геологічних умов, що виражається, перш за все, в зростанні зміщень порід навколо виробок. У деяких виробках зміщення порід покрівлі на контурі за весь термін служби досягають 1-1,5 м [8]. Зростання величини зміщень порід призводить до зменшення площі поперечного перерізу виробок та необхідності проведення робіт з їх ремонту і відновлення.

Незважаючи на певні досягнення в галузі управління гірським тиском в підготовчих виробках, їх стан продовжує залишатися незадовільним, особливо на ділянках, що примикають, до очисних вибоїв.

Як показує аналіз засобів і способів підвищення стійкості підготовчих виробок, найбільший ефект в умовах, що склалися дають заходи і кріплення, які спрямовані на збереження цілісності породного масиву і використання його несучої здатності.

На найближчу перспективу можливі два взаємодоповнюючих напрямки вирішення задачі підвищення стійкості підготовчих виробок: з одного боку – вдосконалення конструкції металевих кріплень на основі широкого залучення технічних рішень щодо підвищення її надійності та використання несучої здатності приконтурного масиву; з іншого – розширення обсягів застосування нових конструкцій кріплення та способів охорони та підтримки з розвантаженням і зміцненням масиву.

Метою досліджень є розробка та обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт в умовах вугільних шахт.

Ідея роботи полягає в використанні закономірностей прояву гірського тиску в підготовчих виробках, що розташовані в зоні впливу очисних робіт, для обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки.

Для досягнення цієї мети в магістерській роботі поставлені наступні завдання:

- вибір об'єкта досліджень;
- аналіз способів охорони та підтримки підготовчих виробок;
- виявлення закономірностей зміни напружено-деформованого стану приконтурного масиву підготовчої виробки при виконанні нового способу охорони та підтримки;

– визначення раціональних параметрів нового способу охорони та підтримки підготовчої виробки в конкретних гірничо-геологічних умовах.

Вирішення поставлених вище завдань виконується з використанням комплексно підходу, що включає аналіз і узагальнення літературних даних за темою досліджень, математичне моделювання із застосуванням чисельного методу (метод скінченних елементів).

Висновки

1. Аналіз тенденції розвитку енергетики в світі показує, що вугілля є єдиним енергоносієм, обсяги якого достатні для повного забезпечення потреб населення.

2. Аналіз стану виробок вугільних шахт показує, що існуючі способи охорони та підтримки не в повній мірі забезпечують експлуатаційного стану підготовчих виробок.

3. Аналіз діяльності шахти «Новодонецька» за останні роки показує, що причиною незадовільного стану підготовчих виробок є невідповідність застосовуваних заходів з підтримки та охорони виробок, що проявляється в великих зміщеннях контуру, особливо покрівлі.

4. Перспективним напрямком забезпечення стійкості гірничих виробок особливо в умови великих глибин є розробка ефективних способів охорони та підтримки виробок в зоні впливу очисних робіт, що спрямовані на управління і зміцнення приконтурного масиву.

5. Метою досліджень є розробка та обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт в умовах вугільних шахт.

6. Ідея роботи полягає в використанні закономірностей прояву гірського тиску в підготовчих виробках, що розташовані в зоні впливу очисних робіт, для обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК

2.1. Способи охорони та підтримки підготовчих виробок

Охорона гірничих виробок – це комплекс гірничотехнічних заходів, що спрямовані на забезпечення збереження виробки відповідно до технічних умов безпечної її експлуатації протягом всього терміну служби.

У різні роки розробкою способів охорони та підтримки гірничих виробок займалися Друцко В.П., Заславський Ю.З., Зборщик М.П., Максимов О.П., Шашенко О.М., Роєнко А.М., Усаченко Б.М., Солодянкін О.В. та ін.

Стійкість породних оголень і кріплення підготовчих виробок, що охороняються, залежить від ряду геологічних і гірничотехнічних факторів: фізико-механічних властивостей порід, кута падіння і потужності пласта, тріщинуватості порід, глибини залягання, форми перерізу і розташування виробок, що охороняються, по відношенню до очисних виробках і т. д. Але головними факторами, що впливають на збереження виробки, як відомо, є напружений стан порід і значення їх фізико-механічних характеристик.

Можна виділити три основних напрямки з охорони виробок: зміцнення слабких порід; розвантаження масиву від надлишкових напружень; зведення штучних споруд, кріплення за межами контуру виробки для управління станом масиву порід, що вміщує виробку. Заходи з охорони виробок можуть виконуватися: завчасно (зміцнення масиву порід, розвантаження масиву від надлишкових напружень шляхом підробки траси виробки); в період спорудження виробки (зміцнення масиву порід, розвантаження від надлишкових напружень з виробки, що споруджується слідом за посування очисного вибою); в період експлуатації (тампонаж закріпного простору, зміцнення порід, зведення штучних огорожень за межами контуру виробки з метою збереження її для повторного використання).

Всі способи охорони виробок розробляються й удосконалюються головним чином в двох напрямках [9]:

- 1) збереження або відновлення фізико-механічних властивостей порід навколо виробки, а в окремих випадках і збільшення їх природної міцності;
- 2) зниження концентрації напружень в оточуючих виробку породах шляхом зміщення зони підвищених тисків в глиб масиву на певну відстань за допомогою різних гірничотехнічних заходів.

На шахтах України до останнього часу найбільш поширеними способами охорони підготовчих виробок були вугільні цілики і бутові смуги. Ці способи охорони мають суттєві недоліки [10]:

- 1) зі збільшенням глибини розробки понад 700 м цілики, концентруючи на себе великі навантаження, не забезпечують протягом заданого терміну служби необхідну стійкість підготовчої виробки. Збільшення ж розмірів ціликів, особливо на потужних пластах, призводить до значних втрат підготовленого до виїмки вугілля;
- 2) охорона виробок ціликами, а тим більше при їх збільшенні, призводить до зростання обсягу проведення підготовчих виробок за рахунок подовження збійок, печей і просіків;
- 3) при розробці свит пластів (особливо при потужності між пластами менше 40 м) цілики, що залишаються на одному з пластів, мають шкідливий вплив на очисні роботи і на підтримку підготовчих виробок на суміжних пластах;
- 4) наявність ціликів і бутових смуг знижує безпеку праці на викидонебезпечних і ударонебезпечних пластах;
- 5) охорона виробок бутовими смугами при існуючій ручній кладці вельми трудомістка, а велика податливість бутових смуг (до 50 % потужності пластів, о виймаються) вимагає істотного збільшення поперечного перерізу виробки і застосування більш складного і дорогого кріплення з підвищеною піддатливістю;

б) застосування бутових смуг при розробці світи пластів не виключає з часом шкідливого впливу залишених бутових смуг на виробки, що проводяться над або під ними, так як після усадки смуги починають працювати як цілики.

При перерахованих вище способах охорони виробки знаходяться по черзі в зоні впливу тимчасового і залишкового опорного тиску, а в подальшому зазнають впливу ціликів і бутових смуг як штампів. Тому потрібно прагнути до застосування таких способів проведення і охорони виробок, щоб вони:

- не зазнавали впливу тимчасового опорного тиску;
- перебували в подальшому на ділянках знижених напружень залишкового опорного тиску;
- при впливі тимчасового опорного тиску знаходилися в подальшому на ділянках знижених напружень зони залишкового опорного тиску;
- не зазнавали залишкового опорного тиску взагалі.

Цим усім основним вимогам в тій чи іншій мірі задовольняють безціликові способи охорони підготовчих виробок, які можна розділити на три основні групи (рис. 2.1) [10, 11].

I група – способи охорони виробок, що підтримуються на межі з виробленим простором за допомогою «кострів», органних рядів, кущів стійок, залізобетонних тумб та інших можливих штучних огорожень;

II група – способи охорони виробок, що проводяться вприсічку до виробленого простору;

III група – способи охорони виробок, що проводяться, оформлюються або відновлюються у виробленому просторі.

Характеризуючи розвиток безціликового відпрацювання вугільних запасів, слід відзначити, що за останнє десятиліття видобуток вугілля в Донбасі за прогресивною технологією збільшилася на 65 %. Протяжність підготовчих виробок, що охороняються безціликовими способами, становить близько 80 % обсягу їх проведення за рік і тільки 18-19 % протяжності виробок охороняється ціликами вугілля [12].

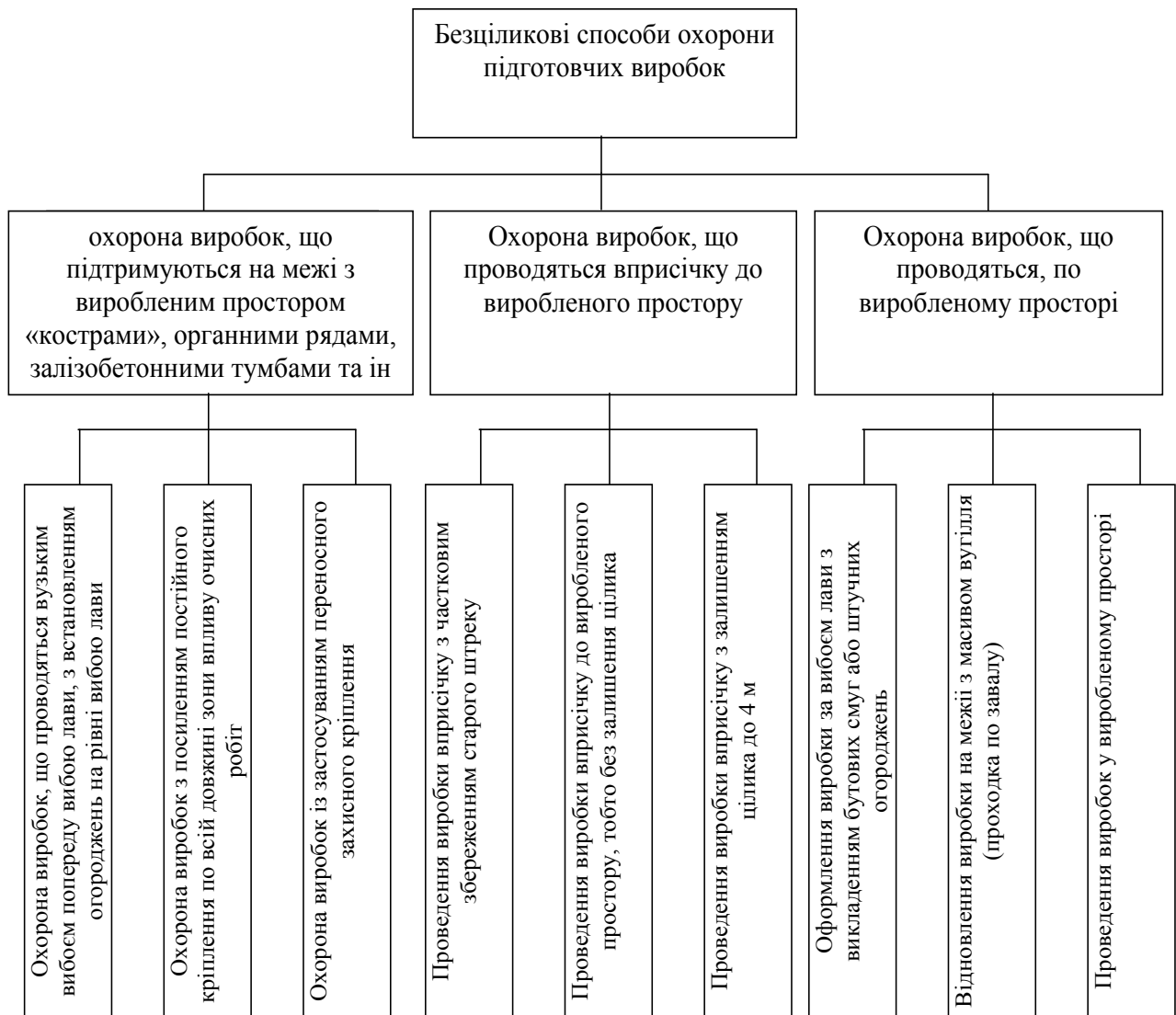


Рис. 2.1. Класифікація безціликових способів охорони підготовчих виробок

Основний обсяг застосування способів підтримки виробок без залишення ціликів вугілля припадає на стовпову і суцільну системи розробки зі збереженням штреків за лавою з метою їх повторного використання, а також для підсвіження вихідного струменя повітря. При цьому виявляється, що найбільша протяжність виробок в незадовільному стані, що підтримуються за лавою, припадає на повторно використовувані, найменша – на виробки, що пройдені вприсічку до виробленого простору.

Такий стан пояснюється тим, що повторно використовувані виробки підтримуються в найнесприятливіших гірничотехнічних умовах, основними з яких є зміщення порід при проведенні виробки, опорний тиск попереду і за лавою по

межі очисних робіт, опорний тиск в зоні впливу другої лави. Виробки, що пройдені вприсічку, знаходяться в зоні розвантаження масиву і в зв'язку з цим в меншій мірі зазнають впливу очисних робіт. В цьому випадку знижений гірський тиск формується від руйнування крайової частини вугільного масиву біля межі очисних робіт.

Перехід на безціликові схеми підготовки пластів і погіршення гірничо-технічних умов підтримки виробок стимулюють пошук нових технічних рішень. У літературі широко обговорюються питання щодо вибору раціональних заходів охорони та підтримки виробок. Однак проблема підтримки виїмкових виробок, що знаходяться на великій глибині в умовах підвищеного гірського тиску, у вітчизняній практиці залишається невирішеною.

Шахтними дослідження встановлено, що при породах нестійких і середньої стійкості присічні виробки доцільно проводити з залишенням міжлавної цілика вугілля шириною 3-5 м. Зміщення порід в таких виробках в середньому в 3 рази менші, ніж при охороні ціликами вугілля шириною 15-25 м, і в 1,2-1,5 рази менші, ніж при проведенні виробок в масиві. Зі збільшенням або зменшенням ширини міжлавної цілика величина зміщень порід в присічних виробках зростає, так як при ціликах шириною 3-5 м досягається максимальне розвантаження породного масиву. Зі збільшенням ширини цілика до деякого розміру напружений стан порід зростає, що спричиняє їх руйнування і витіснення в виробку. У той же час, зменшення ширини цілика викликає зростання навантаження на кріплення через залучення великої товщі порушених порід в деформаційні процеси навколо виробки.

Зі збільшенням глибини розробки ефективність від проведення підготовчих виробок вприсічку до виробленого простору зростає. Однак, поряд з цим на великих глибинах сумарна величина зміщень порід в таких виробках досягає порівняно великої величини.

Проведення виробок вприсічку до виробленого простору переважно реалізується у важких гірничо-геологічних умовах, коли повторне використання виробок пов'язане з великими матеріальними затратами. При цьому в 70 % ви-

падків проведення виробок вприсічку до виробленого простору переважає схема з залишенням вугільного цілика шириною 1-3 м. Повторне використання підготовчих виробок на шахтах Донбасу застосовують при різних системах розробки, а його ефективність залежить, головним чином, від потужності пласта і стійкості порід. Близько 80 % повторно використовуваних виробок припадає на пласти потужністю до 1,2 м. В умовах нестійких порід частка лав, що відпрацьовуються з повторним використанням виробок, становить 15 %.

Підготовчі виробки використовують повторно в широкому діапазоні гірничо-геологічних умов: при потужності пласта до 2 м, куту падіння до 35°, що вміщують породах різної стійкості, на пластах різної метанообільності, на небезпечних і безпечних за викидами вугілля і газу, різній глибині розробки.

Стійкість підготовчих виробок визначається багатьма гірничотехнічними факторами, зокрема схемою підготовки та системою розробки, способами їх охорони та кріплення.

Основною умовою забезпечення стійкості підготовчих виробок є швидке введення кріплення в роботу. Як зазначається в роботі [13], це на даний час одне з головних питань у вирішенні проблеми охорони та підтримки підготовчих виробок. При відсутності забутування або його неякісному виконанні кріплення тривалий час не опирається зміщенням порід, що сприяє утворенню зон зруйнованих порід навколо виробки великих розмірів.

Основним видом кріплення підготовчих виробок глибоких шахт Донбасу є металеве арочне піддатливе кріплення з спецпрофілю. На даний час найбільшого поширення набуло триланкове арочне кріплення, ефективність застосування якого з глибиною знижується через його малу конструктивну піддатливість (не більше 300 мм).

Маючи низьку несучу здатність, арочне піддатливе кріплення не впливає на геомеханічні процеси, що протікають навколо виробки, є по суті огорожувальною конструкцією, функції якої зводяться до збереження робочого простору виробки від вивалам і висипання зруйнованих порід, що відшарувалися від порушеного масиву в покрівлі та боках.

Досвід застосування способів підвищення опору кріплення стійками посилення показує, що їх встановлення потрібно виконувати попереду лави за зоною активного прояву опорного тиску. В іншому випадку ефективність заходів знижується. При заляганні в покрівлі піщаних сланців ця відстань повинна досягати 60-90 м, а при глинистих сланцях – 30-40 м [14].

У більш сприятливих умовах підтримки знаходяться виробки, що споруджуються позаду очисного вибою при суцільній системі розробки. Цю систему широко застосовують в дуже складних гірничо-геологічних умовах, на великих глибинах. Витрати на підтримку виробок при суцільній системі значно нижче, ніж при їх проведенні з випередженням очисного вибою або стовповій системі з повторним їх використанням.

Особливу групу складають виробки, що проводяться в заздалегідь розвантаженому масиві гірських порід. До них відносяться виробки, що проводяться слідом за лавою з двосторонніми охоронними смугами, вприсічку до виробленого простору, по обваленим і ущільненим породам пласта, що розробляється, в попередньо надробленому і підробленому масиві.

У таких виробках глибина розробки істотного не впливає на стан вмещають виробку порід, тому збільшувати щільність встановлення кріплення немає необхідності.

Однак, з огляду на той факт, що високі навантаження виникають переважного в лавах, що відпрацьовуються за стовповою системою, а також те, що частка цієї системи з року в рік зростає, завдання вдосконалення способів підтримки виробок при стовповій системі набуває особливої актуальності.

Широке поширення для охорони підготовчих виробок в Донбасі отримали породні бутові смуги. Основною перевагою цього способу охорони є можливість залишення породи в шахті. Однак, висока трудомісткість зведення смуг вручну, а також велика їх піддатливість при ручному викладенні, знижують ефективність їх застосування з точки зору підтримки виробок. Підвищення щільності породних смуг сприяє поліпшенню стану підготовчих виробок, а отже, зниженню витрат на їх утримання.

Найбільша ефективність застосування породних охоронних смуг досягнута при суцільній системі розробки, коли породу від проведення виробки безпосередньо на місці закладають у вироблений простір. Необхідність транспортування породи від прохідницьких вибоїв до спеціальних дробильно-закладних комплексів, а від них по трубах на значну відстані до очисних вибоїв знижує економічний ефект застосування бутових смуг при стовповій системі розробки. З точки зору підтримки виробок породними смугами, що споруджуються вручну або скреперними установками, має недолік, який пов'язаний з нерівномірним опусканням порід покрівлі у виробці за лавою через асиметричне навантаження кріплення і передчасного його деформування. Крім того, в певних ситуаціях породна смуга, уподібнюючись вугільному масиву, стає концентратором напружень, працює як штамп, провокуючи витіснення нестійкий порід в підготовчу виробку.

Багато років на шахтах Донбасу широко й успішно в різних гірничо-геологічних умовах, в тому числі й на великих глибинах, застосовується спосіб охорони виробок бутовими смугами, що викладені з породи, яка отримана від підривання підосви або покрівлі виробки, що проводиться широким вибоєм. Охорона виробок бутовими смугами поєднує в собі метод розвантаження масиву від тиску, особливо в перший період експлуатації виробок, і метод огорожі виробки смугою з великою несучою здатністю. Використання цього способу охорони стримується відсутністю надійного і продуктивного закладного обладнання. У зв'язку з цим великий інтерес представляє розроблений дробильно-закладний комплекс «Титан-1», що призначений для механізації закладних робіт при проведенні пластових підготовчих виробок слідом за лавою або широким вибоєм [15]. При зберіганні виробки за лавою при проведенні її вприсічку застосовуються бутові смуги, в тому числі подвійні. Одна смуга опорна, шириною 6-7 м викладається на відстані 6-8 м від штреку. Вона сприймає основне навантаження з боку порід покрівлі. Друга смуга шириною 2-3 м зводиться безпосередньо біля штреку. Порожній простір між смугами є ємністю, в яку видавлюються породи. Крім того, при такій конструкції охоронної споруди досяга-

ється більш плавне зниження напруженості порід покрівлі і подошви у напрямку до виробки. Охорона штреку односторонньою бутовою смугою недосконала через невідповідність компресійних характеристик смуги і пласта вугілля. Виникають несиметричні щодо штреку напруження, що негативно впливають на рівновагу порід. Вирішення цього питання знаходять в штучному ослабленні масиву бурінням розвантажувальних свердловин великого діаметру. Застосування бутових смуг шириною більше 3-4 м так само, як і ціликів вугілля, позначається негативно при виїмці нижчих пластів. У зв'язку з цим бажано, щоб штучна смуга після її використання могла бути розвантажена або ліквідована.

В роботі [16] вказується, що на шахтах Західного Донбасу викладка смуг з закладних матеріалів в лавах, зонах сполучень лав з штреками – один з ефективних способів їх охорони. В умовах важкообвалюваних покрівель закладні смуги є основними засобами для охорони сполучень і ніш в періоди посадки покрівлі. Викладення закладних масивів на сполученнях лав з штреками дозволяє не тільки підтримувати їх в експлуатаційному стані і повторно використовувати для відпрацювання сусідніх стовпів, але також забезпечує краще провітрювання штреків, так як переріз штреку, що охороняється смугою, більший, за інших рівних умов, чим переріз штреку, що не охороняється. При охороні штреків смугами з порожніх порід забезпечується безвідходна технологія їх проходки.

Збільшення обсягу застосування стовпової системи розробки з підтриманням штреків за лавою зумовило виконання значного числа робіт, спрямованих на створення штучних біляштрекових огорожень. На малих і середніх глибинах широке застосування знайшли штучні огороження, такі, як чуракові стінки, дерев'яні «костри», тумби БЗБТ, органні ряди. На глибинах понад 600 м для охорони виробок в основному застосовують накатні «костри», «бутокостри», «кустокостри» в поєднанні з органними рядами. Виробки, як правило, проводять збільшеним перерізом. Використовують кріплення підвищеної конструктивної піддатливості, яку в зоні впливу очисних робіт підсилюють гідравлічними стійками або дерев'яними ремонтинами.

Однак, як показує практичний досвід, зі збільшенням глибини спостерігається скорочення обсягу застосування повторного використання виробок при стовпових системах розробки. Такий стан справ пояснюється тим, що з глибиною в кілька разів збільшуються зміщення порід, і повторне використання виробок пов'язане з великими витратами на їх підтримку. Тим часом, застосовувані традиційні засоби охорони виробок (чуракові стінки, БЖБТ, дерев'яні огорожі), з точки зору їх підтримки, рівноцінні і практично не впливають на величину й інтенсивність зміщень порід.

В роботі [17] вказується, що, незважаючи на переваги охорони виробок проведенням їх повторно вприсічку до виробленого простору, цей спосіб веде до зниження концентрації гірничих робіт і викликає збільшення питомої обсягу підготовчих робіт. Найбільш перспективним вважається спосіб охорони виробок за допомогою штучних огорожень, що зводяться вздовж штреку позаду першої лави. Якщо породи покрівлі слабкі, легкообвалюються, автори рекомендують проводити обвалення покрівлі на посилене штрекове кріплення, а при важкообвалюваній покрівлі – на смуги з твердіючих матеріалів.

Спосіб охорони виробок смугами з твердіючих матеріалів вперше випробуваний на шахті №9 «Великомостівська» ВО Укрзахіддугілля [18]. Ширина смуги – 1,3 м при потужності пласта 1,4 м. Зближення підосви з покрівлею в штреку зменшилася в 3 рази.

У ІГД ім. О.О. Скочинського [19] проведено оцінку сфери застосування способу охорони штреків за лавою жорсткими смугами залежно від глибини робіт, потужності пласта і міцності порід, що вміщують. Встановлено, що цей спосіб технічно доцільний при глибинах до 700 м, міцності порід покрівлі більше 25 МПа і підосви 45 МПа. На великих глибинах міцність порід повинна бути не менше 45 МПа.

За даними роботи [20] в 2000-2001 роках на шахті «Червоноармійська Західна» №1 успішно був застосований спосіб охорони виробок литими смугами з різних сумішей.

В роботі [21] вказується, що, на шахтах Донбасу 19 % виробок, що охороняються залізобетонними тумбами, знаходиться в незадовільному стані. На шахтах, де покрівлі пластів, що розробляються, представлені переважно легко- і середньообвалюваними породами, застосування БЖБТ виявляється досить ефективним. Однак, як показує практика, при наявності потужних важкообвалюваних порід ефективність цього способу знижується.

Незадовільний стан виробок, що охороняються залізобетонними блоками, пояснюється рядом недоліків, властивих цьому засобу охорони. Так, через нерівність поверхні на контактах блоків виникають напруження, що перевищують міцність матеріалу; при нерівномірному навантаженні блоки найчастіше працюють на розтягнення, що різко знижує їх несучу спроможність; при встановленні блоків на дерев'яні прокладки останні є поверхнями ковзання, через що огорожі втрачають стійкість.

Литі смуги з твердіючих матеріалів призначені для створення ефективної лінії обвалення зависаючих порід покрівлі пласта уздовж межі виробленого простору, підвищення стійкості виїмкового штреку завдяки зменшенню зміщень порід і навантаження на кріплення, а також запобігання надмірному витокі повітря.

При даному способі охорони виробок міцність смуги підбирали близькою до міцності порід, що вміщують. В іншому випадку можна говорити про вдавнення смуги в покрівлю і підшву або її руйнування. Як показує аналіз закордонного досвіду, основними перевагами нового способу підтримки виробок в порівнянні з породними смугами і дерев'яними «кострами» є швидкий розвиток опору литої смуги при мінімальній піддатливості, забезпечення рівномірно розподіленого навантаження з боку порід, що зміщуються, на арочне штрекове кріплення, що сприятливо позначається на умовах його роботи. При цьому основним призначенням біляштрекової смуги є забезпечення опори породам покрівлі пласта. Смуги зі швидкотвердіючих матеріалів набувають опір, рівний опору одного дерев'яного «костра» в 6-7 м за лавою, в той час як дерев'яний

«костер» досягає своєї повної несучої здатності в 20-30 м за лавою. У деяких випадках твердіючий матеріал поміщають в оболонку [22].

Промислове впровадження способу охорони підготовчих виробок литими смугами, що здійснюється на шахтах Донбасу за рекомендаціями і при науково-технічному керівництві авторів, показує його явну перспективність.

Застосування литих фосфогіпсових смуг для охорони підготовчих виробок дозволило повністю відпрацювати виїмкові стовпи, зберігши виробки для повторного використання з незначними витратами на їх ремонт [12].

У вітчизняній практиці окремі експериментальні роботи з дослідження ефективності застосування литих смуг для охорони підготовчих виробок свідчать про те, що при охороні виробок литими смугами не у всіх випадках відбулося зниження конвергенції порід. Так, лита смуга виявилася ефективною в тих випадках, коли основні зміщення порід відбуваються за лавою, тобто в момент зведення смуги, коли покрівля пласта ще не порушена.

Характеризуючи засоби охорони виробок, що застосовуються в Донбасі, слід зазначити, що найбільш простими в зведенні є дерев'яні «костри». Основними їх недоліками є малий опір і велика піддатливість. Штучні засоби охорони при наявності в покрівлі пласта стійких порід не забезпечують їх обвалення, а при плавному ж опусканні порід покрівлі у вироблений простір в масиві навколо виробки з'являються високі напруження, що призводять до значних зміщень порід і деформації кріплення.

Для збільшення жорсткості біляштрекових огорожень при важкообвалюваних покрівлях з метою обриву консолі завислих порід застосовують «костри» з шпального бруса, заповнені породою. Велика трудомісткість їх зведення, а також відсутність початкового розпору не дозволяють використовувати ці засоби охорони в широкому діапазоні гірничо-геологічних умов.

За даними роботи [23], охорона виробок в міцних породах (більше 40 МПа) найбільш ефективна при застосування в якості огорожувальної смуги жорсткого дворядного органного кріплення з дерева. При меншій міцності порід охорона виїмкових штреків здійснюється «кострами» або чураковими стін-

ками на глиняному розчині. Така смуга має меншу несучу здатність, але більш стійка і більше відповідає міцності породам покрівлі та подошві пласта.

В роботі [24] розглядаються можливості застосування в якості огороження органічні ряди, «костри» з органічними рядами, кущі стійок; «костри» з шпального бруса, заповнені породою; «костри» або органічні ряди з бутовою смугою; смуги з твердіючих матеріалів та ін.

У ряді країн для підвищення стійкості підготовчих виробок використовують тампонаж закріпного простору і порід твердіючими розчинами. В Україні тампонаж як спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок, що примикають до очисних вибоїв, що не застосовується взагалі.

Тим часом вітчизняний досвід свідчать про те, що тампонаж закріпного простору і порід в несприятливих гірничо-геологічних умовах поза зоною впливу очисних робіт є найбільш ефективним способом підвищення стійкості виробок.

З ростом глибини розробок все більшого значення набуває стійкість пласт порід покрівлі і подошви і бічна стійкість самого пласта. Ефективним засобом зміцнення порід і вугілля є їх анкерування. Розроблено велику кількість конструкцій анкерних кріплення з закріпленням цементними розчинами або поліефірними смолами [25].

Анкерне кріплення, якщо встановлене відразу після проведення виробки, не дає породам втратити свою монолітність. Прогресивними видами анкерного кріплення є ті, які скріплюють масив по всій довжині анкера.

Одним із способів зміцнення порід навколо виробок, що знайшли деяке практичне застосування, є зміцнення подошви виробки цементним розчином, що закачується в шпури з попереднім підриванням в них невеликих зарядів вибухових речовин [26].

Розвантаження масиву вугілля від тиску бурінням свердловин великого діаметра має хороші перспективи, тому що дозволяє регулювати механічний стан крайової частини пласта. Цей спосіб впроваджений на шахтах Донбасу і

показав свою ефективність, але широкого поширення на практиці поки не отримав через відсутність відповідного серійного обладнання [27].

На підставі викладеного можна прийти до висновку, що питання вибору раціональних засобів і способів кріплення та підтримки підготовчих виробок в складних умовах експлуатації все ще дуже актуальні, так як від їх правильного вирішення залежать і безпека робіт, і своєчасна підготовка очисного фронту, і техніко-економічні показники діяльності шахти.

2.2. Вибір способу охорони та підтримки підготовчої виробки в умовах шахти «Новодонецька»

Вибір раціонального способу охорони підготовчої виробки визначається прийнятою технологічною схемою підготовки і відпрацювання пластів вугілля, яка, в свою чергу, залежить від великого числа гірничо-геологічних і гірничо-технічних факторів: глибини гірничих робіт, складу порід, що вміщують пласт вугілля, і їх фізико механічних властивостей, газоносності пластів, схильності їх до самозаймання, технічних засобів для організації провітрювання й інших чинників.

Найбільш раціональні способи охорони вентиляційних і відкотних штреків для пластів пологого і похилого залягання приймають з позицій геомеханіки, метанообільності пластів і ендегенної пожежонебезпеки [28].

Виділяють наступні способи охорони виробок [28]:

1 – підтримка виробок в масиві вугілля з погашенням їх за вибоєм одинарної або спареної здвоєною лави;

2 – повторне використання розташованих на межі з виробленим простором виробок, що охороняються за допомогою штучних огорожень або ціликів вугілля (при їх погашенні за другим очисним вибоєм; при їх зберіганні за другим очисним вибоєм для цілей вентиляції);

3 – повторне використання однієї зі спарених виробок, що зберігаються за допомогою тимчасових ціликів вугілля, які виймаються при відпрацюванні

другого очисного вибою, або за допомогою породних смуг, що зводяться в процесі проведення спарених виробок (при їх погашенні за другим очисним вибоєм; при їх збереженні за другим очисним вибоєм для цілей вентиляції);

4 – проведення виробок вприсічку до виробленого простору раніше відпрацьованих виїмкових стовпів з погашенням їх за очисним вибоєм;

5 – оформлення виробок за очисним вибоєм і збереження їх в виробленому просторі при суцільних і комбінованих системах розробки (з погашенням після відпрацювання виїмкового стовпа; зі збереженням для відпрацювання сусіднього стовпа і цілей вентиляції).

Найбільш типовими порушеннями технології підтримки виробок, що прилягають до очисних вибоїв, при відпрацюванні одиночного пласта є:

- проведення виробок без запасу перерізу на величину зміщень порід;
- залишення в підшві виробок шарів порід, схильних до здимання;
- невідповідність геометричної форми кріплення характеру зміщення порід по периметру виробки в процесі її експлуатації;
- недостатня щільність основного кріплення і застосовуваних засобів його посилення;
- охорона в невідповідних гірничо-геологічних умовах;
- неправильний вибір параметрів способу охорони;
- ремонт кріплення в зоні впливу очисних робіт;
- неповна посадка покрівлі в лаві.

Для присічних виробок додатково:

- недостатній розрив у часі між погашенням виїмкового стовпа і початком проведення присічної виробки;
- неповне погашення виробки в раніше відпрацьованому стовпі;
- залишення ціликів розміром менше 2 м при схемі з залишенням ціликів;
- відсутність посилення кріплення при наявності в боках виробок глин;
- несвоєчасне зведення засобів посилення основного кріплення;
- недостатній дренаж підшви виробок.

Для виробок, що оформлюються за очисним вибоєм:

- неправильний вибір місця розташування виробки;
- неправильний вибір параметрів огорожень для охорони виробок.

Для виробок, що проводяться по виробленому простору:

- передчасне їх проведення без врахування ступеня ущільнення обвалених порід.

Найбільш типові порушення технології підтримки виробок, що проводяться при відпрацьовуванні світи зближених пластів:

- неправильний вибір місця розташування виробки щодо крайових частин раніше відпрацьованих лав на вище або нижче розташованих пластах;
- неправильний вибір межі очисного простору діючих лав щодо раніше пройдених виробок на вище або нижче розташованих пластах;
- відсутність заходів щодо посилення кріплення виробок, що проводяться під (над) крайовими частинами пластів або ціликами, а також виробок, що піддаються безпосередньо надробці або підробці.

Досвід роботи шахти «Новодонецька» показує, що несприятливий стан підготовчих виробок є одним з вузьких місць, що стримують розвиток і погіршують комфорт виробництва. На тлі постійного збільшення глибини розробки вугільних пластів і інтенсивності їх відпрацьовання значно зростає величина гірського тиску, що призводить до різкого погіршення умов проведення і підтримки підготовчих виробок. Численні існуючі способи і засоби забезпечення їх стійкості виявляються в багатьох випадках недостатніми.

На рівні сучасних уявлень про процеси, що відбуваються в масиві гірських порід в результаті виїмки вугільного пласта, напрямку в забезпеченні стійкості підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт можна розбити на п'ять груп залежно від тих методів, які забезпечуються сприятливі умови підтримки.

1. Вибір найбільш раціонального розташування виробок щодо очисних робіт.

2. Створення спеціальних охоронних елементів, які протидіють силам гірського тиску або ж забезпечують їх мінімальний вплив, створюючи ефект розвантаження.

3. Створення спеціальних методів розвантаження, що знижують концентрацію напружень в оточуючих виробку породах.

4. Створення способів збереження міцності порід, а також їх зміцнення.

5. Застосування раціональних видів кріплення, що забезпечують найбільш ефективно з точки зору стійкості виробки взаємодія з навколишніми породами в умовах гірського тиску, що зростає.

Ефективність прийнятої схеми охорони виробки в даних конкретних умовах залежить від того, наскільки правильно поєднуються в схемі ці напрямки.

На основі виконаного вище аналізу запропоновано новий спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок в умовах шахти «Новодонецька» (рис. 2.2).

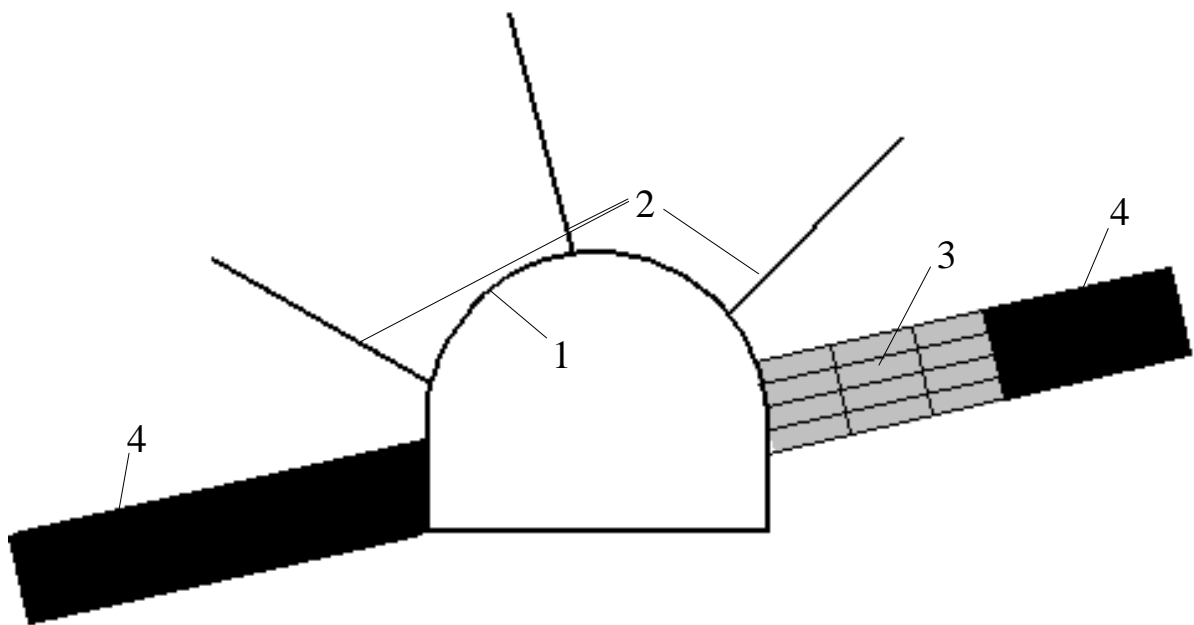


Рис. 2.2. Схема нового способу підвищення стійкості підготовчих виробок: 1 – арочна кріплення; 2 – анкерне кріплення; 3 – охоронна конструкція із залізобетонних плит; 4 – майбутні лави

Він полягає в тому, що виробку проводять широким вибоєм, з формування розкіски з боку підняття, в ній встановлюють охоронну конструкцію із залізобетонних плит, зводять арочне кріплення з посиленням анкерами.

Новий спосіб підвищення стійкості підготовчих виробок може використовуватися при пологому 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.

Обґрунтування параметрів нового способу підвищення стійкості підготовчих виробок повинно виконуватися на основі вивчення закономірностей зміни напружено-деформованого стану приконтурного масиву порід за допомогою математичного моделювання.

Висновки

1. Успішне вирішення питання забезпечення стійкості підготовчих виробок в зоні впливу лави і повторного їх використання може бути досягнуто при застосуванні комплексного способу забезпечення їх стійкості.

2. Оцінка ефективності відомих засобів і способів підвищення стійкості виробок показує, що найбільший позитивний ефект дають комплексні заходи, що спрямовані на зміцнення, оптимізацію геомеханічних властивостей породного масиву і попередження його розшарування.

3. Обґрунтування параметрів способу охорони та підтримки підготовчих виробок зводиться до вивчення закономірностей зміни напружено-деформованого стану приконтурного масиву порід і визначення очікуваних зміщень породного контуру виробки, що зумовлює відповідні параметри елементів способу: розміри охоронного елемента, кількість і місця встановлення анкерів.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРИКОНТУРНОГО ПОРОДНОГО МАСИВУ І ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СПОСОБУ ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ПІДГОТОВЧОЇ ВИРОБКИ

Для створення ефективних способів підтримки та охорони підготовчих виробок в зоні впливу очисних робіт повинні бути встановлені закономірності геомеханічних процесів, що протікають в районі виїмкових штреків.

Вирішення задачі про напружено-деформований стан (НДС) породного масиву навколо підготовчої виробки може бути отримано шляхом застосування методів механіки суцільного середовища, механіки дискретного середовища, на основі експериментально-аналітичних методів, що використовує закономірності, які отримані експериментальним шляхом в поєднанні з аналітичними рішеннями. Вибір розрахункового методу визначається прийнятою гіпотезою гірського тиску і відповідною моделлю середовища.

3.1. Аналіз чисельних методів дослідження напружено-деформованого стану приконтурного породного масиву

В даній магістерській роботі, для вирішення поставлених задач використовувалися чисельні методи механіки деформованого твердого тіла. Чисельні методи дозволяють досліджувати механічні процеси в більш широкому діапазоні, тобто дають можливість не тільки якісно, але і кількісно прогнозувати прояви гірського тиску.

Серед чисельних методів розв'язання задач механіки суцільного середовища можна відзначити метод скінченних елементів, метод граничних елементів, метод сіток, метод дискретних елементів і прямі методи математичної фізики.

Теоретичні аспекти методу скінченних елементів (МСЕ) сформульовані в роботах Розіна Л.О. [29, 30], Зенкевича О. [31], Сегерлінда Л. [32], Стренга Г. та Фікса Дж. [33], Деклу Ж. [34], а застосування його до вирішення задач механіки гірських порід детально описано в роботах Амусіна Б.З., Фадєєва О.Б. [35, 36], Єржанова Ж.С. та Каримбаєва Т.Д. [37]. Великий перелік робіт, в яких використовуються ідеї МСЕ, міститься в роботі [38].

Для визначення НДС породного масиву найбільш ефективний метод скінченних елементів, оскільки він дозволяє легко моделювати різні неоднорідності середовища: шаруватість, тріщинуватість, анізотропію властивостей порід, явища фільтрації [34]. Розроблено спеціальні прийоми для моделювання взаємодії кріплення на сполученнях виробок з навколишнім масивом [39].

Апарат МСЕ можна використовувати не тільки до вирішення двовимірних (плоских) задач теорії пружності. Просторова область масиву також може бути апроксимована скінченними елементами, але вже не трикутними, а, наприклад, тетраедричними.

Відзначимо також можливість отримання МСЕ рішень в нелінійній постановці, тобто в припущенні, що навколишнє середовище деформується непружно, допускає пластичні деформації або крихке руйнування. Використовуючи обчислювальні можливості методу, нелінійне рішення отримують як послідовність пружних рішень.

Найбільш важливими перевагами методу скінченних елементів є наступні:

1. Властивості матеріалів суміжних елементів не повинні бути обов'язково однаковими. Це дозволяє використовувати метод до тіл, що складені з декількох матеріалів.

2. Криволінійна область може бути апроксимована за допомогою прямолінійних елементів або описана точно за допомогою криволінійних елементів. Таким чином, методом можна користуватися не тільки для областей з «хорошою» формою межі.

3. Розміри елементів можуть бути змінними. Це дозволяє укрупнити або подрібнити мережу розбиття області на елементи, якщо в цьому є необхідність.

4. За допомогою методу скінченних елементів не становить труднощів розгляд граничних умов з розривним поверхневим навантаженням, а також змішаних граничних умов.

В результаті наведеного аналізу різних методів дослідження НДС гірського масиву можна зробити висновок про доцільність використання для розрахунку напружено-деформованого стану масиву навколо підготовчої виробки, що примикає до очисного вибою, методу скінченних елементів.

3.2. Розробка алгоритму аналітичних досліджень та обґрунтування розрахункової схеми

Закономірності деформування кріплення гірничих виробок, що викладені в роботі [40], в значній мірі відображають зміну їх стану по мірі ведення гірничих робіт. Однак, більш повне уявлення про взаємодію системи «кріплення-охоронний елемент-породний масив» можна отримати, тільки розглянувши напружено-деформований стан породного масиву навколо підготовчої виробки.

Математична модель деформування породного середовища навколо місцевих порушень суцільності повинна відображати основні явища, що з'являються внаслідок концентрації напружень і можливої супутньої зміни фізико-механічних властивостей навколишнього матеріалу. Дослідження навколо сполучень виробок розглядаються на основі деформаційної моделі, більш адекватної реальності.

Метод скінченних елементів широко апробований і для вирішення задач в нелінійній постановці. Його суть полягає в тому, що досліджувана область Ω розбивається на безліч підобластей (елементів) Ω^e . Всередині кожного елемента переміщення аппроксимируються деякими функціями, порядок яких залежить від числа вузлів в елементі. У плоскому 4-х вузловому елементі переміщення задаються лінійною функцією. Для кожного елемента можна сформулювати лока-

льну матрицю жорсткості $[k]_e$, що зв'язує переміщення вузлів $\{\delta\}_e$ і навантаження, які прикладені до вузлів $\{F\}_e$. Елементи стикаються за вузлами.

Для лінійних задач справедливий принцип суперпозиції. З безлічі векторів $\{F\}_e$ та $\{\delta\}_e$ формується узагальнений вектор сил $\{F\}$ і вектор переміщень вузлів $\{U\}$, які пов'язані між собою рівністю:

$$\{F\} = K \{U\}.$$

Тут K – узагальнена матриця жорсткості системи, елементами якої є матриці жорсткості кожного скінченного елемента:

$$K = \begin{bmatrix} \sum_{e=1}^m k_{1,1}^{(e)} & \sum_{e=1}^m k_{1,2}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{1,j}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{1,2n}^{(e)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{e=1}^m k_{i,1}^{(e)} & \sum_{e=1}^m k_{i,2}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{i,j}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{i,2n}^{(e)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{e=1}^m k_{2n,1}^{(e)} & \sum_{e=1}^m k_{2n,2}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{2n,j}^{(e)} & \dots & \sum_{e=1}^m k_{2n,2n}^{(e)} \end{bmatrix}.$$

Принцип її побудови детально наводиться в роботах [36, 37, 39].

Визначивши в результаті вирішення сформованої системи рівнянь для кожного вузла компоненти вектора переміщень, через координатну матрицю B переходять до деформацій в центрі ваги скінченного елемента $\{\varepsilon\}$, а від деформацій через матрицю пружності D до напружень $\{\sigma\}$

$$\{\varepsilon\} = B \{\delta\}_e,$$

$$\{\sigma\} = D\{\varepsilon\} = DB^T\{\delta\}_e,$$

$$\text{де } D = \frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1-\nu & \nu & 0 \\ \nu & 1-\nu & 0 \\ 0 & 0 & (1-2\nu)/2 \end{bmatrix};$$

$$B = \frac{2}{2S} \begin{bmatrix} b_r & 0 & b_s & 0 & b_t & 0 \\ 0 & c_r & 0 & c_s & 0 & c_t \\ c_r & b_r & c_s & b_s & c_t & b_t \end{bmatrix}.$$

$$\begin{aligned} \text{Тут } a_r &= X_s Y_t - X_t Y_s, & b_r &= Y_s - Y_t, & c_r &= X_t - X_s. \\ a_s &= X_t Y_r - X_r Y_t, & b_s &= Y_t - Y_r, & c_s &= X_r - X_t. \\ a_t &= X_r Y_s - X_s Y_r, & b_t &= Y_r - Y_s, & c_t &= X_s - X_r. \end{aligned}$$

де $X_s, Y_s, X_t, Y_t, X_r, Y_r$ – координати вузлів елементів;

S – площа трикутного елемента, що визначається наступною матрицею:

$$S = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & X_r & Y_r \\ 1 & X_s & Y_s \\ 1 & X_t & Y_t \end{bmatrix}.$$

Таким чином, поставлена задача вирішена. У центрі кожного елемента отримані значення повного тензора напружень, деформацій і переміщень.

Зміщення порід на контурі виробки пов'язано з незворотними деформаціями, які не можуть бути досліджені в рамках моделі пружного середовища. Для

відображення реальної картини розпушення приконтурної зони, переходу порід в цій області в стадію непружного позамежного деформування використано метод послідовних ітерацій. На першому етапі рішення вважається, що масив навколо виробки є повністю пружним. Задаються його фізико-механічні параметри: модуль пружності E , коефіцієнт Пуассона μ , щільність порід γ , межа міцності на стиск R_c , межа міцності на розтягнення R_p . Вирішується лінійна статична задача теорії пружності та визначається напружено-деформований стан порід для даного етапу.

Отриманий НДС використовується в якості «нульового наближення» для визначення межі області непружних деформацій. Припускаючи, що в цій області матеріал зазнає змін об'єму, будемо називати цю частину приконтурного масиву областю розпушення. Як критерій переходу порід в позамежну стадію деформування використовується умова, яку можна записати у вигляді рівності:

$$\sigma_e = R_c, \quad (3.1)$$

де σ_e – приведені до одноосьового напруженого стану так звані «еквівалентні» напруження. З рівняння (3.1) їх величина дорівнює:

$$\sigma_e = \frac{(1-\psi)(\sigma_1 + \sigma_3) + \sqrt{\left[(1-\psi)^2(\sigma_1 + \sigma_3)^2 + 4\psi(\sigma_1 - \sigma_3)^2\right]}}{2\psi}, \quad (3.2)$$

де $\psi = R_p/R_c$ – величина відношення межі міцності на розтягнення до межі міцності на стиснення; σ_1 і σ_3 – головні значення тензора напружень.

Після того, як перше наближення до геометричних параметрів області непружних деформацій знайдено, починається ітераційний процес. Для елементів, в яких виконується умова $\sigma_e > R_c$ змінюються властивості матеріалу. Зв'язок між напруженнями і деформаціями в цій області носить нелінійний характер, який визначається позамежною ділянкою повної діаграми стиснення « σ - ε » зразка породи. Для реалізації пружно-пластичної задачі використовується метод змінних

параметрів пружності. Для виконання цієї розрахункової процедури необхідно мати експериментальну криву, що пов'язує напруження σ_i і деформації ε_i . Зв'язок між цими величинами записується у вигляді:

$$\{\varepsilon\} = D^{-1}\{\sigma\} = \frac{1}{E^1} \begin{bmatrix} 1 & -\nu^1 & -\nu^1 & 0 & 0 & 0 \\ -\nu^1 & 1 & -\nu^1 & 0 & 0 & 0 \\ -\nu^1 & \nu^1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1+\nu^1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1+\nu^1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1+\nu^1 \end{bmatrix} \{\sigma\}.$$

Тут D^{-1} – матриця піддатливості;

E^1 и ν^1 – умовні параметри пружності, що визначаються співвідношеннями:

$$E^1 = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} \frac{3 \frac{\bar{\sigma}}{\varepsilon}}{\frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} + 2 \frac{\bar{\sigma}}{\varepsilon}},$$

$$\nu^1 = \frac{\frac{\bar{\sigma}}{\varepsilon} - \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i}}{\frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} + 2 \cdot \frac{\bar{\sigma}}{\varepsilon}},$$

$$2 \cdot G^1 = \frac{1}{\psi} = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} = \frac{E^1}{1 + \nu^1}.$$

Тут $\bar{\sigma}$, $\bar{\varepsilon}$ – відповідно інтенсивність напружень і деформацій;

σ_i , ε_i – координати точок, що лежать на експериментальній кривій.

Якщо хоча б в одному з елементів σ_e перевищує межу міцності на стиснення, то розрахунок повторюється з новими (уточненими) значеннями параметрів пружності.

Для визначених значень σ_i та ε_i знаходять відповідні значення σ_i^l , що лежать на кривих деформування. Останні використовуються для визначення нових значень E^l та ν^l . Розрахунок триває до тих пір, поки розрахункові значення σ_i^l не «ляжуть» на криві деформування із заданою точністю.

Коли на деякій ітерації більш не виникає новий (додатковий) набір елементів, в яких ефективні напруження перевищують межу міцності на стиснення, процес визначення зони розпушення вважається закінченим.

Напружено-деформований стан нелінійного середовища може суттєво залежати від послідовності застосування заданого кінцевого навантаження. Тому, гарантією отримання правильного рішення є введення в розрахунок відповідної послідовності навантаження.

Спочатку до області прикладається лише деяка частина (інкремент) розрахункового навантаження. Вирішується відповідна лінійна задача і визначається напружено-деформований стан. Напруження в елементах і переміщення вузлів запам'ятовуються. Потім прикладається наступний інкремент навантаження і визначається відповідний йому напружено-деформований стан. Напруження в елементах і вузлові переміщення підсумовуються. Якщо збільшення навантажень досить малі, то в межах кожного збільшення відхилення характеристик середовища від лінійної апроксимації також малі. В даній роботі прийнято 10 кроків навантаження.

На підставі отриманих результатів досліджується НДС породного масиву навколо сполучення підготовчої виробки аркової форми перерізу $S_{cv} = 13,8 \text{ м}^2$ та очисної виробки. Розрахункова схема наведена на рис. 3.1.

Розрахункова схема на рис. 3.1 є вихідною. На її основі формується послідовність розрахункових схем, в які поетапно вводяться елементи, що моделюють формування очисного вибою, анкерне кріплення, охоронний елемент.

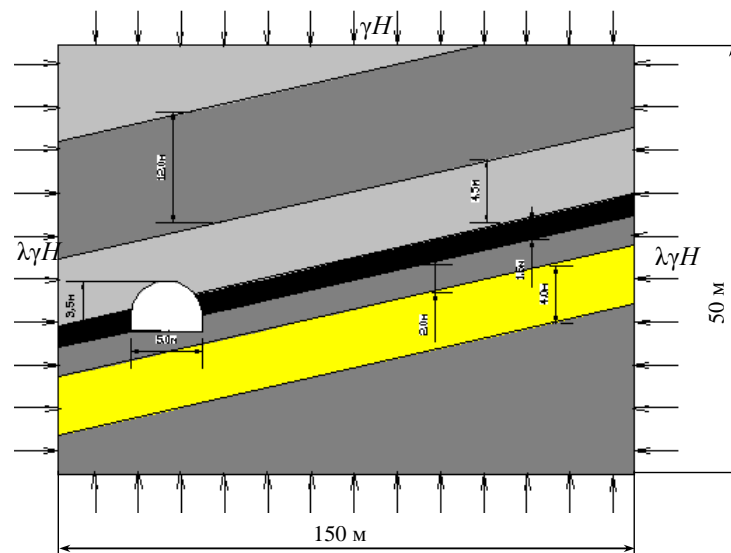


Рис. 3.1. Розрахункова схема до вирішення задачі обґрунтування способу охорони та підтримки підготовчих виробок

3.3. Дослідження напружено-деформованого стану приконтурного масиву підготовчих виробок в зоні і поза зоною впливу очисних робіт і визначення найбільш раціональних заходів щодо їх охорони та підтримки

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 1000 м, що відповідає гірському тиску 25 МПа. Фізико-механічні параметри вугільного пласта k_7 та порід представлені в табл. 1.1. Було розглянуто п'ять характерних ситуацій:

1. Підготовча виробка в масиві, що закріплена арочним піддатливим кріпленням. Розрахункова схема на рис. 3.2.

2. Підготовча виробка в масиві, що закріплена арочним піддатливим кріпленням і одним анкером в боці зі сторони підняття. Розрахункова схема на рис. 3.3. Наявність анкера в породному середовищі моделювалась таким чином. Спочатку вирішувалась пружно-пластична задача для виробки арочної форми без кріплення. Для цього випадку встановлювалися радіальні переміщення на-

вколо виробки. Далі радіальні переміщення на відстані, що дорівнює довжині анкера – U_a , приймалися постійним по всій його довжині до контуру виробки, тобто до точки встановлення анкера. Анкер, тобто стрижень певної довжини і діаметром 2,4 см, моделювався спеціальним лінійним стрижневим елементом рис. 3.7. Модуль пружності та коефіцієнт Пуассона матеріалу анкера прийняті відповідно $E_{анк} = 2 \cdot 10^6$ МПа та $\mu_{анк} = 0,35$.

3. Підготовча виробка в масиві, що закріплена арочним піддатливим кріпленням і двома анкерами: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння. Розрахункова схема на рис. 3.4.

4. Підготовча виробка в масиві, що закріплена арочним піддатливим кріпленням і трьома анкерами: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння і один в покрівлі. Розрахункова схема на рис. 3.5.

5. Підготовча виробка в масиві, що закріплена арочним піддатливим кріпленням і чотирма анкерами: один в боці зі сторони підняття, другий в боці зі сторони падіння і два в покрівлі. Розрахункова схема на рис. 3.6.

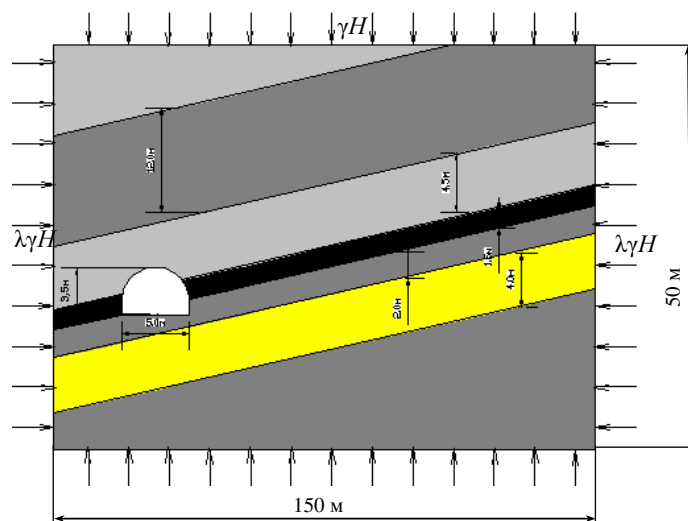


Рис. 3.2. Розрахункова схема (ситуація 1)

Як видно з рис. 3.7, для розбиття області застосовуються лінійні чотирикутні плоскі елементи. Різними кольорами, відповідно до стратиграфічної колонкою, показана шаруватість гірського масиву і анкери.

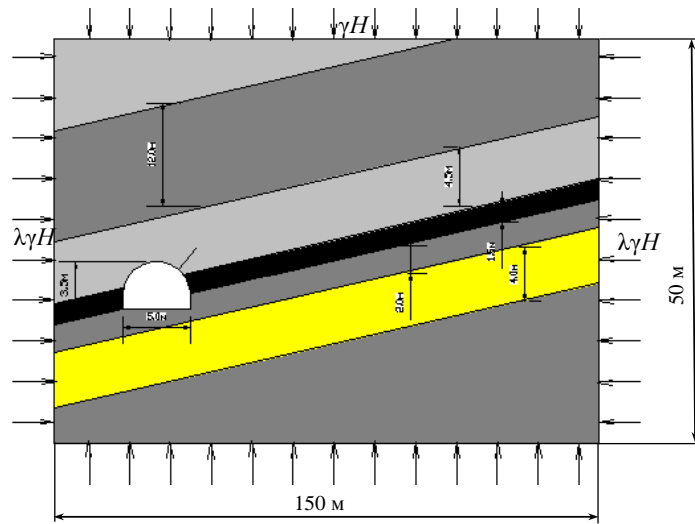


Рис. 3.3. Розрахункова схема (ситуація 2)

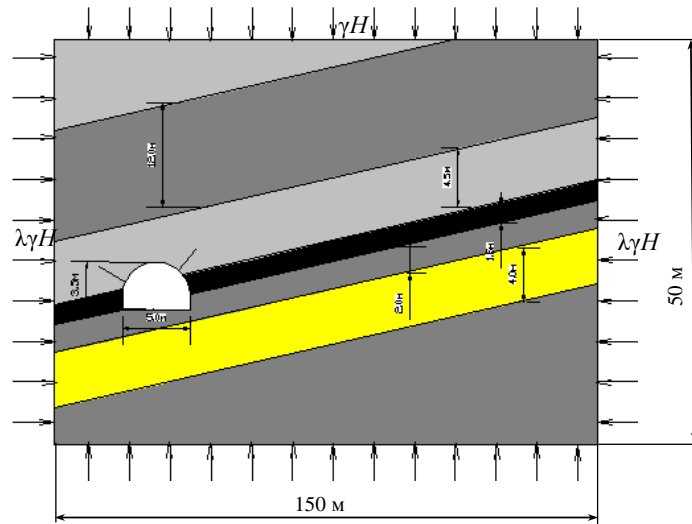


Рис. 3.4. Розрахункова схема (ситуація 3)

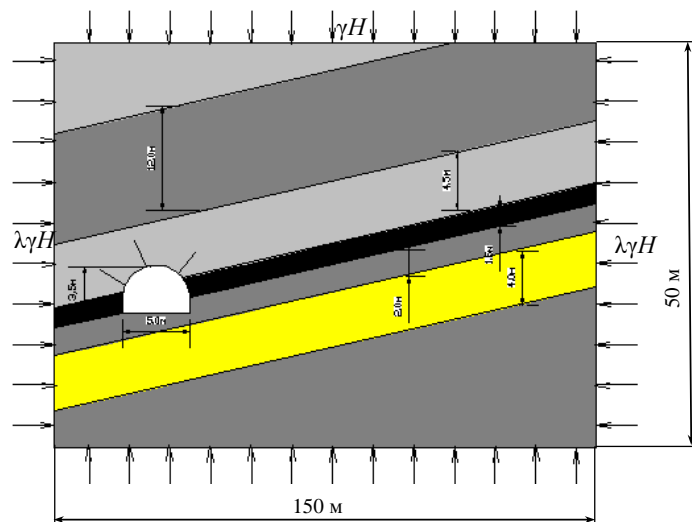


Рис. 3.5. Розрахункова схема (ситуація 4)

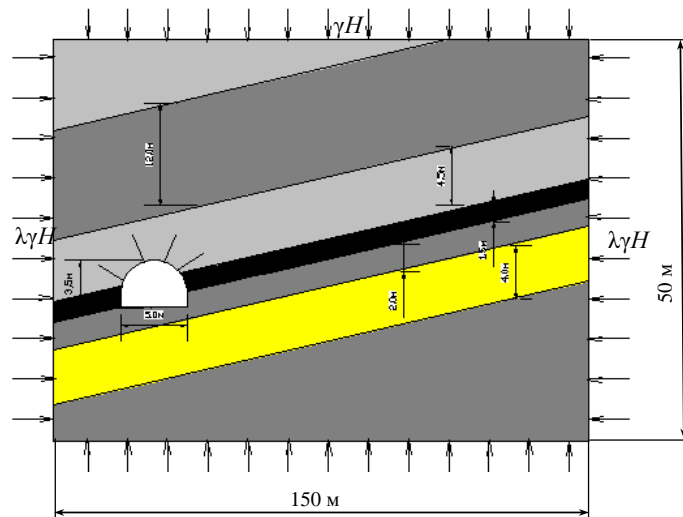


Рис. 3.6. Розрахункова схема (ситуація 5)

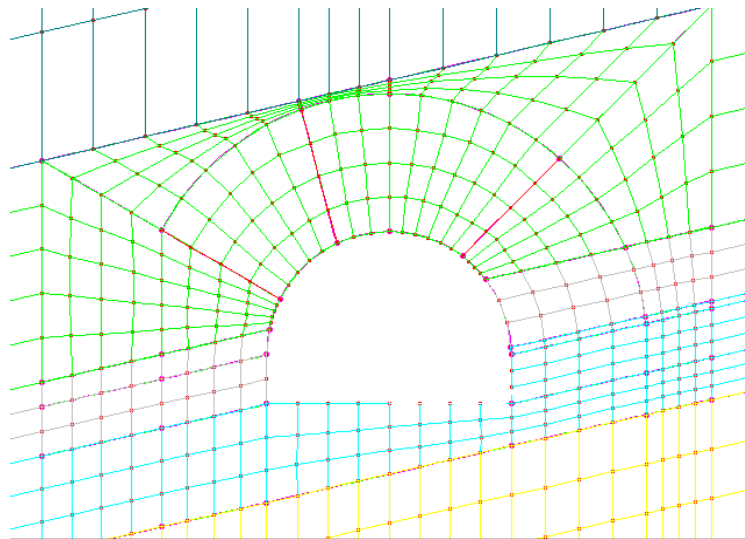


Рис. 3.7. Скінченно-елементна апроксимація розрахункової схеми (ситуація 4)

На основі аналізу компонентів тензора напружень в центрі та вузлах скінченних елементів виконувалася якісна і кількісна оцінка змін, які впливають на напружений стан приконтурного масиву введення зміцнюючих елементів (анкерів). Найбільш комплексну оцінку цих змін можна виконати за картиною розподілу відносної величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки, яка наведена на рис. 3.8 і 3.9.

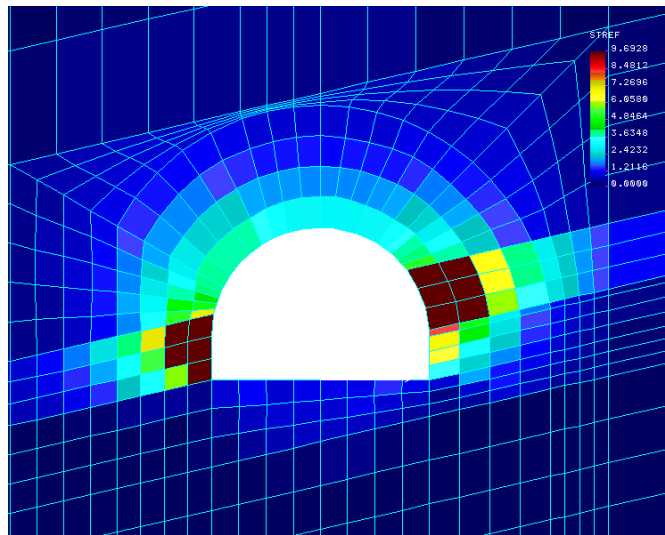


Рис. 3.8. Картина розподілу відносної величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки (ситуація 1)

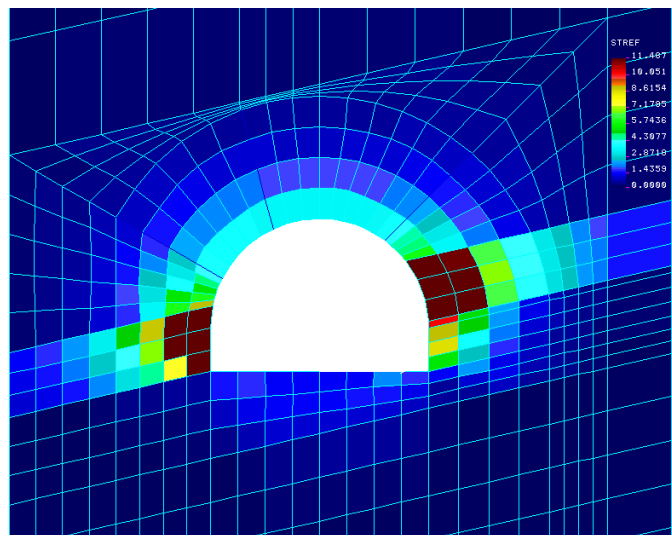


Рис. 3.9. Картина розподілу відносної величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки (ситуація 4)

За результатами розрахунків побудована залежність зміни величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки від ситуації, що розглядається, рис. 3.10.

Напруження в покрівлі підготовчої виробки при різних ситуаціях практично рівні (рис. 3.10), спостерігається незначне зниження їх при збільшенні кількості анкерів.

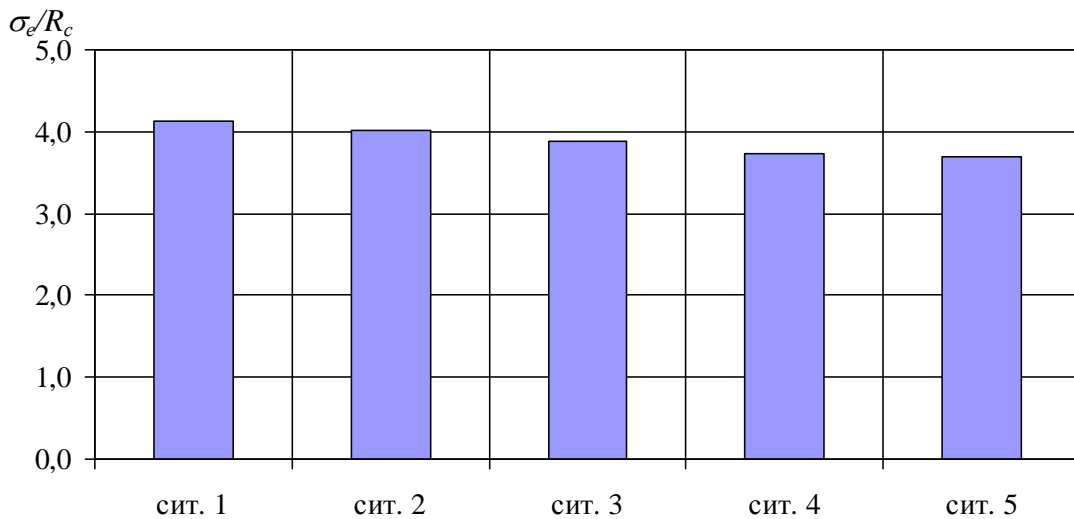


Рис. 3.10. Зміна величини σ_e/R_c в покрівлі підготовчої виробки залежно від ситуації, що розглядається

На рис. 3.11 і 3.12 прилеглі до виробок зони розпушення показані синім кольором (темним). Оскільки критерій розпушення визначено для скінченного елемента в цілому, межі зони збігаються з межами відповідних елементів. З огляду на деякій grubості розбиття далеко від виробки межі зони недостатньо гладкі. Проте, рис.3.11 і 3.12 дають уявлення про загальну форму і розміри області розпушення.

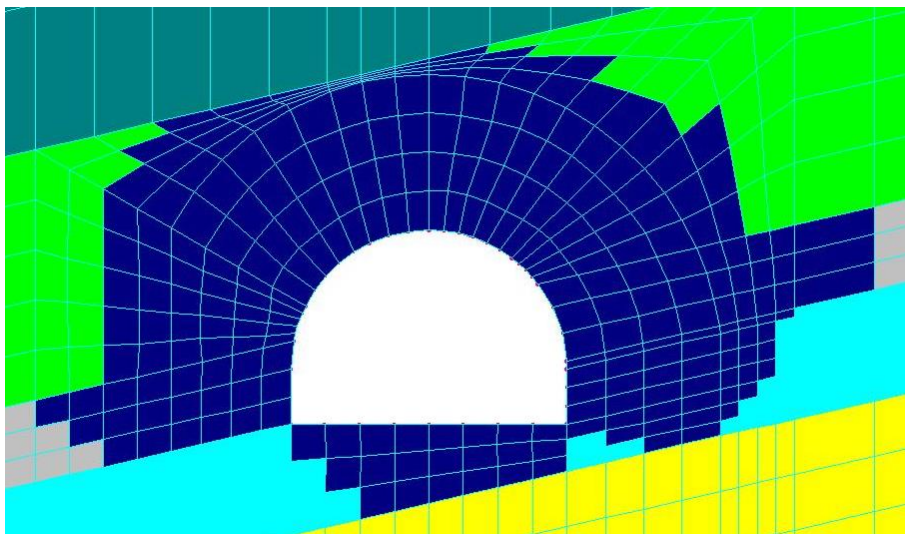


Рис. 3.11. Прилегла до виробки зона розпушення (ситуація 1)

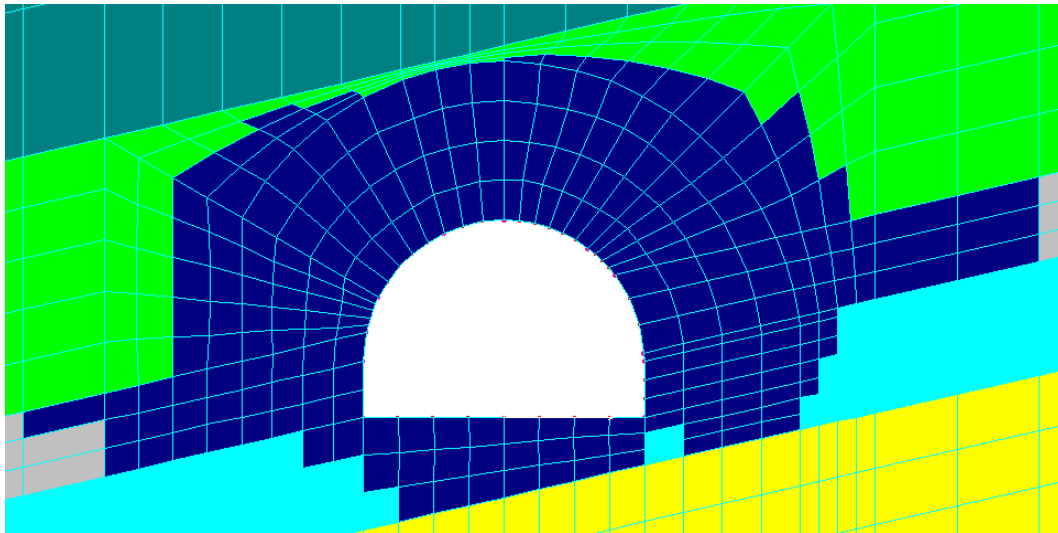


Рис. 3.12. Прилегла до виробки зона розпушення (ситуація 4)

Усереднені відносні радіуси розпушення порід навколо підготовчої виробки практично однакові і складають: ситуація 1 – 2,45, ситуація 4 – 2,41. Встановлення анкерів не впливає на величину зовнішнього радіусу зони розпушення (рис. 3.11 та 3.12).

На рис. 3.13 і 3.14 наведена картина неоднорідності зон повних переміщень різного рівня навколо підготовчої виробки. Рівні переміщень (в метрах) знаходяться на кольоровій шкалі праворуч.

Використання рамно-анкерного кріплення (сит. 4) в порівнянні з рамним кріпленням (сит. 1) зменшує зміщення покрівлі на 46 %, підшви на 71 %, боків виробки на 40 % і 36 %.

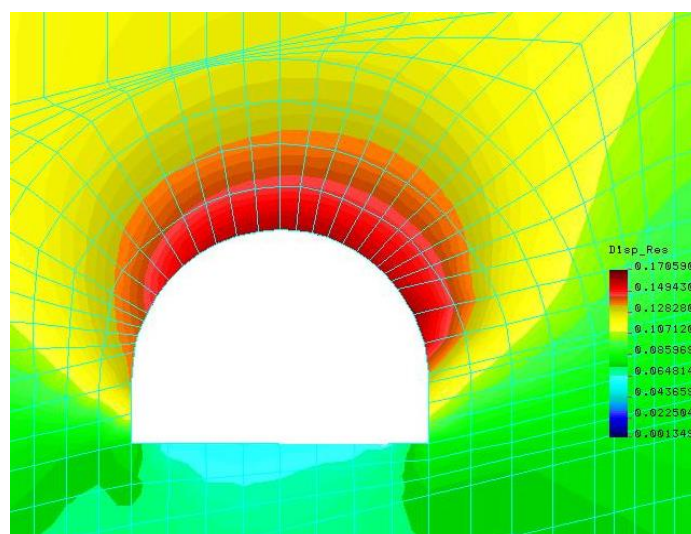


Рис. 3.13. Картина розподілу повних переміщень (ситуація 1)

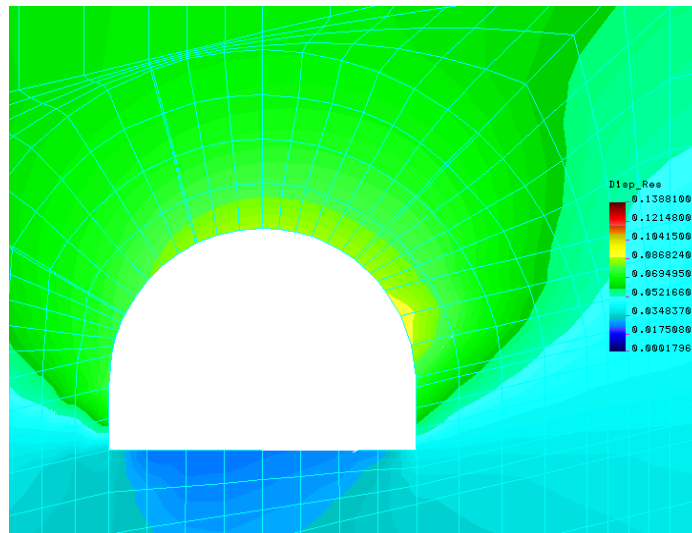


Рис. 3.14. Картина розподілу повних переміщень (ситуація 4)

Для визначення параметрів встановлення анкерів було досліджено понад 30 моделей. Критерій оцінки працездатності анкерів – величина зміни вертикальної конвергенції в підготовчій виробці. Варіювалися кути нахилу анкерів до горизонту, місця їх встановлення і кількість.

За результатами чисельних розрахунків побудовані залежності зміни зміщень в підготовчій виробці залежно від ситуації (рис. 3.15-3.17).

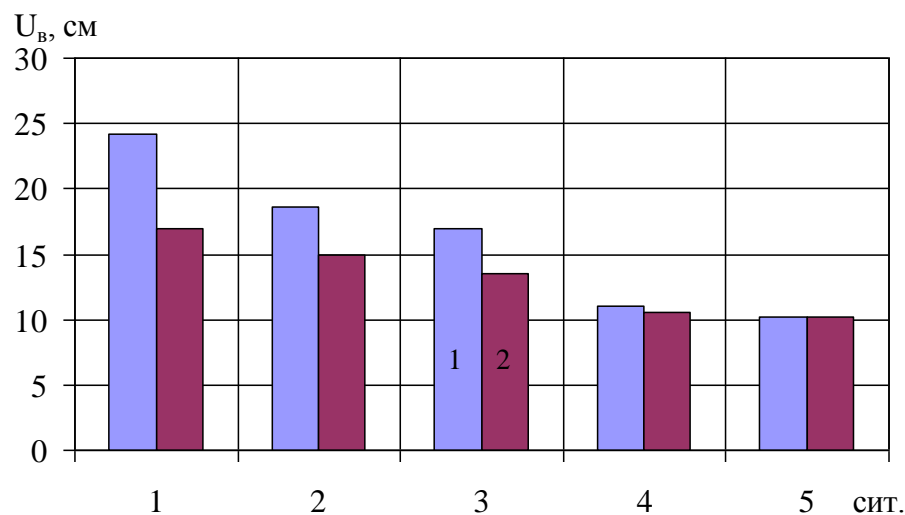


Рис. 3.15. Зміни вертикальної (1) і горизонтальної (2) конвергенції в підготовчій виробці залежно від ситуації, що розглядається, при довжині анкера 3 м

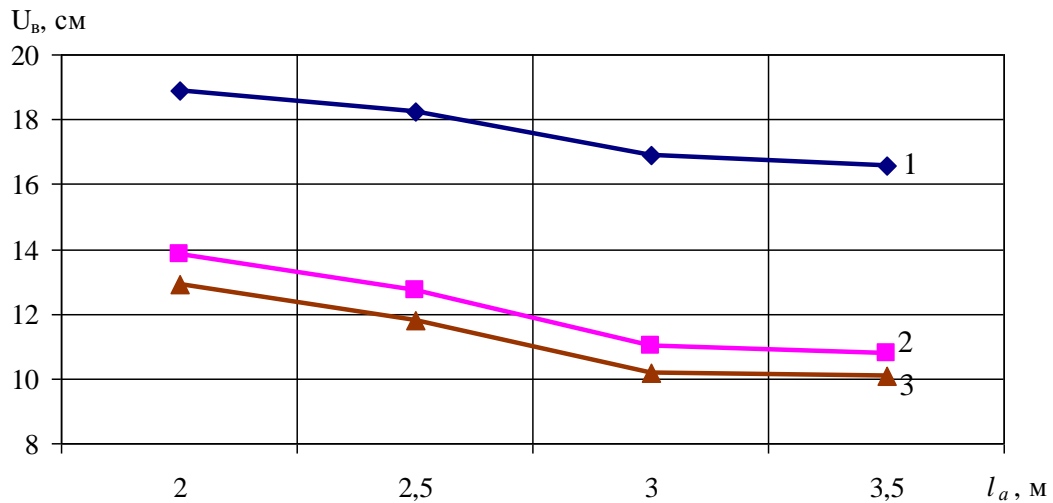


Рис. 3.16. Зміни вертикальної конвергенції в підготовчій виробці залежно від довжини анкера (1 – сит. 3, 2 – сит. 4, 3 – сит. 5)

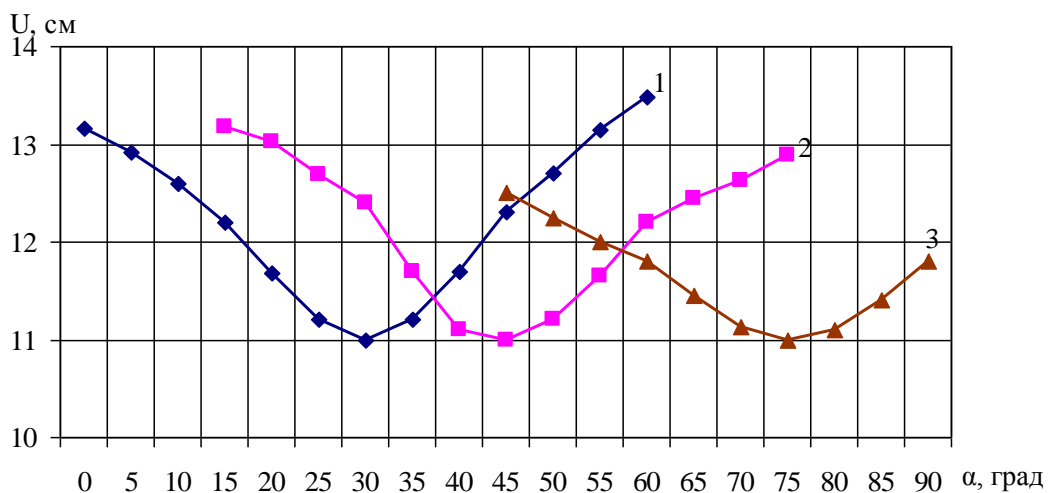


Рис. 3.17. Зміни зміщень контуру підготовчої виробки залежно від кута встановлення анкерів (сит. 4): 1 – з боку падіння, 2 – з боку підняття, 3 – в покрівлі

З рис. 3.15, 3.16 видно, що збільшення кількості анкерів до 4-5 (сит. 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 «Новодонецька». Достатня довжина анкера склала 3 м (рис. 3.16), що досить добре збігається з результатами, які отримані в роботах [41-46].

За результатами виконаних чисельних досліджень встановлені параметри способу підтримки підготовчої виробки поза зоною впливу лави в умовах шахти «Новодонецька»: арочне кріплення, один анкер (довжиною 3 м) в боці зі сторони падіння на висоті 2 м від підшови 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. 3.15-3.17).

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 дві основних ситуації (сім варіантів):

1. Підготовча виробка, що закріплена арочним піддатливим кріпленням при проході лави (вар. 1) (рис. 3.18).

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 (вар. 2-7) (рис. 3.19...3.24).

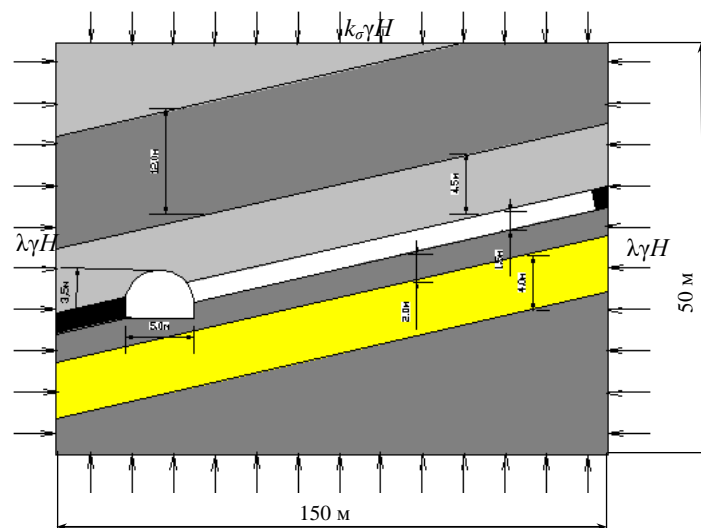


Рис. 3.18. Розрахункова схема (варіант 1)

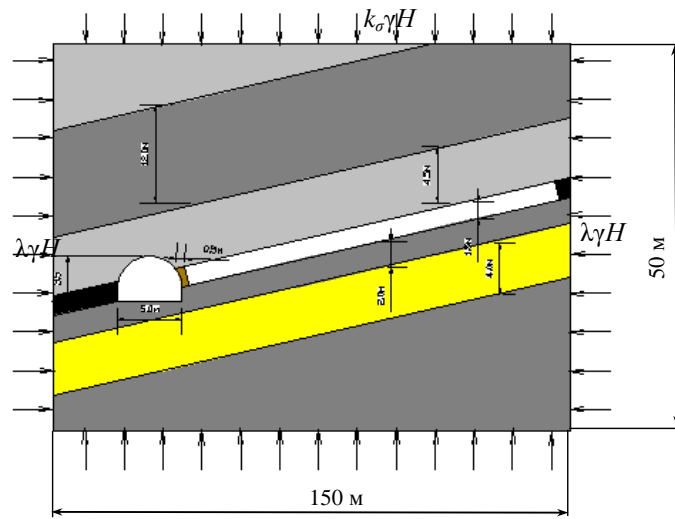


Рис. 3.19. Розрахункова схема (варіант 2)

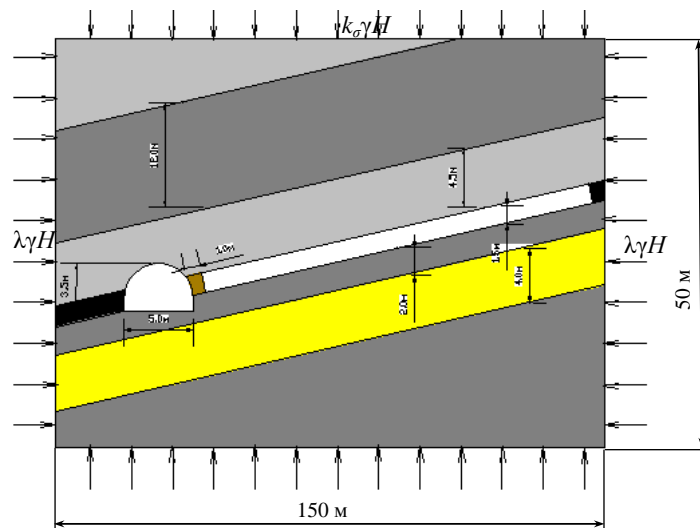


Рис. 3.20. Розрахункова схема (варіант 3)

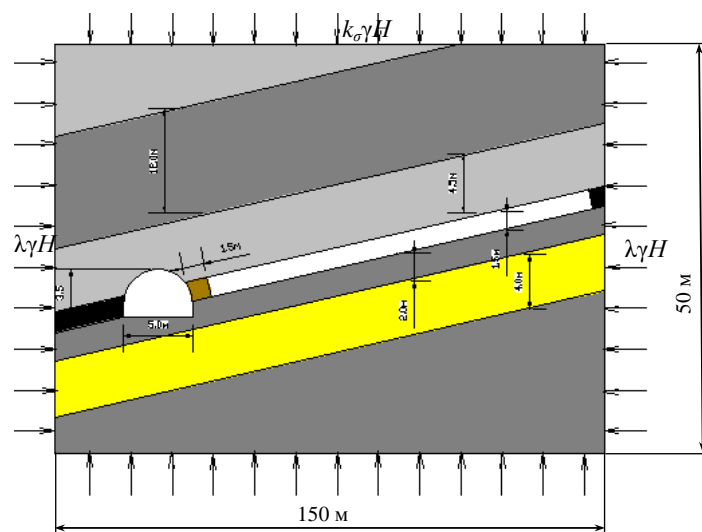


Рис. 3.21. Розрахункова схема (варіант 4)

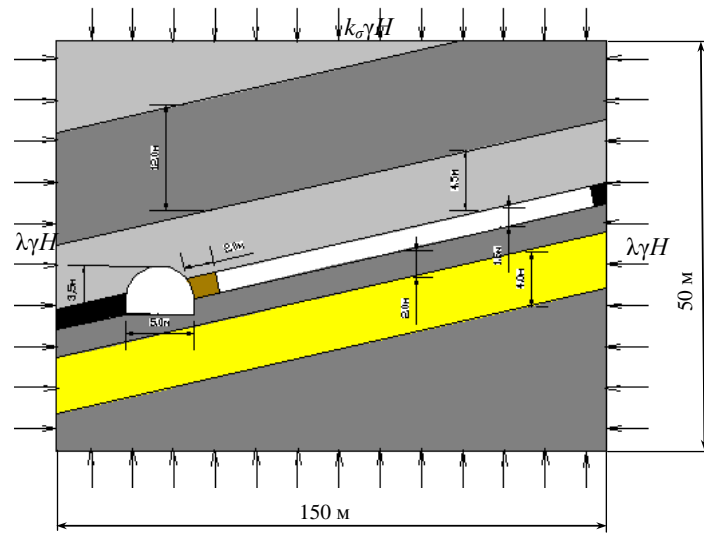


Рис. 3.22. Розрахункова схема (варіант 5)

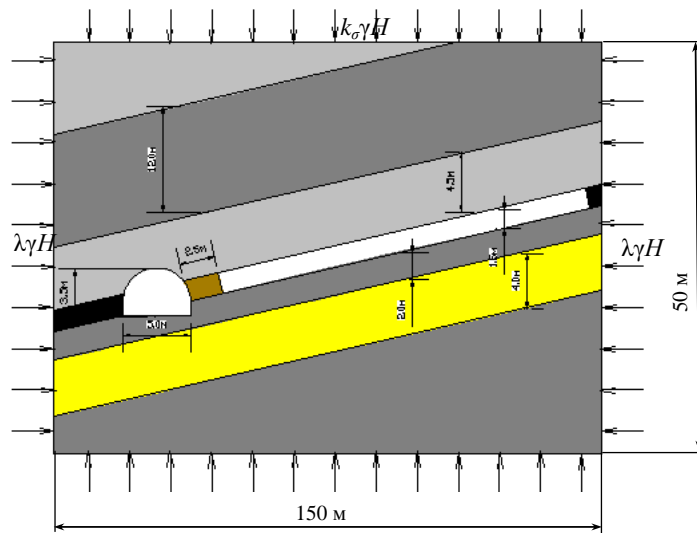


Рис. 3.23. Розрахункова схема (варіант 6)

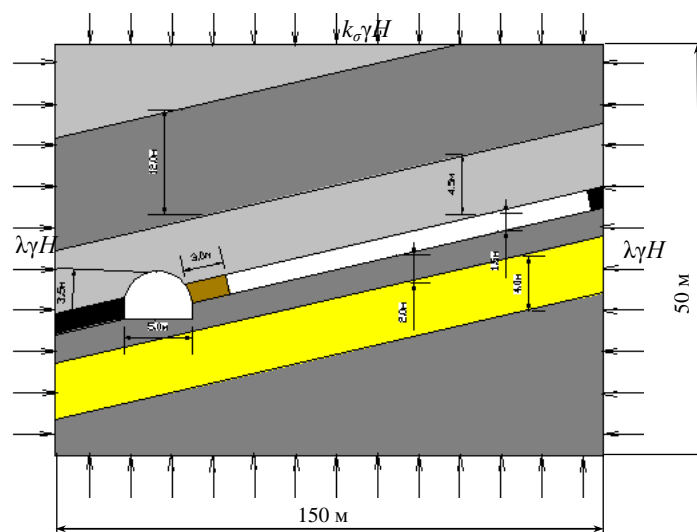


Рис. 3.24. Розрахункова схема (варіант 7)

За результатами чисельних розрахунків наведено розподіл величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки (рис. 3.25 і 3.26), прилегла до виробки зона розпушення (рис. 3.27-3.29), розподіл повних переміщень (рис. 3.30 і 3.31) і побудовані залежності зміни зміщень в підготовчій виробці залежно від розглянутих варіантів (рис. 3.32).

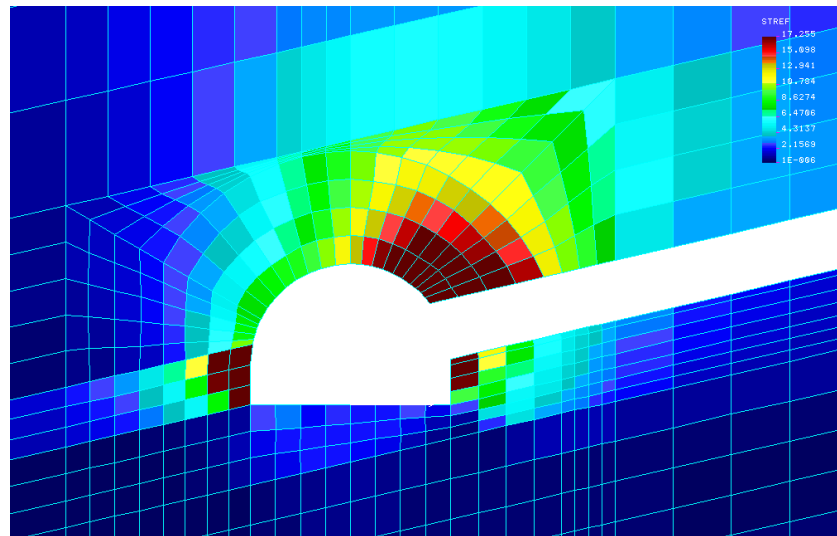


Рис. 3.25. Розподіл величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки (вар. 1)

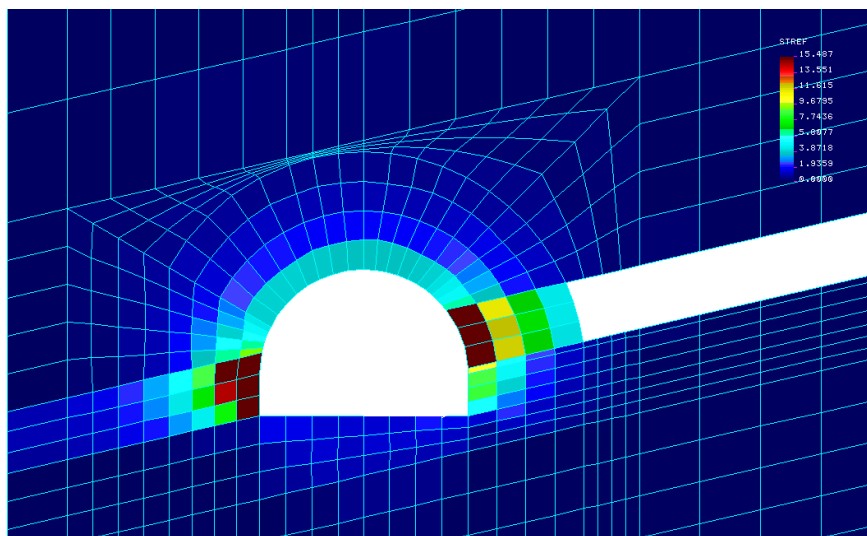


Рис. 3.26. Розподіл величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки (вар. б)

Наявність очисної виробки призводить до значного збільшення напружень на контурі й сполученні підготовчої виробки і очисного вибою (рис. 3.25), а наявність охоронного елемента знижує ці напруження практично в 3 рази (рис. 3.26).

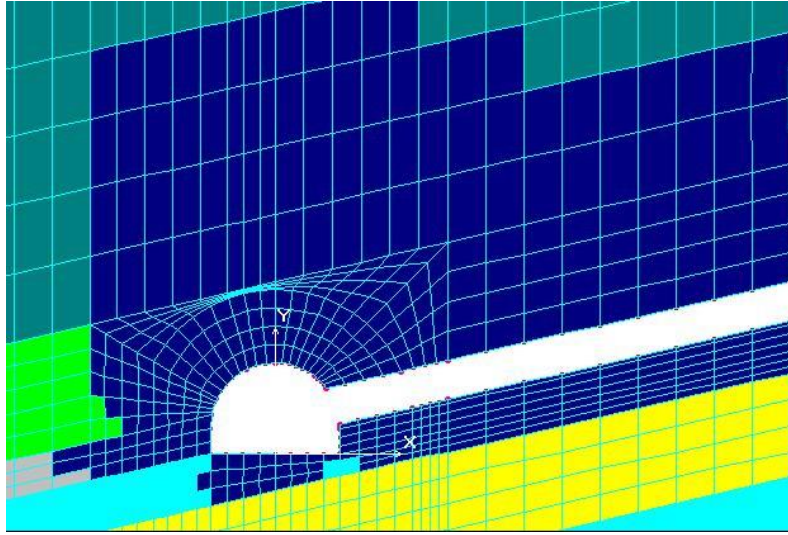


Рис. 3.27. Прилегла до виробки зона розпушення (варіант 1)

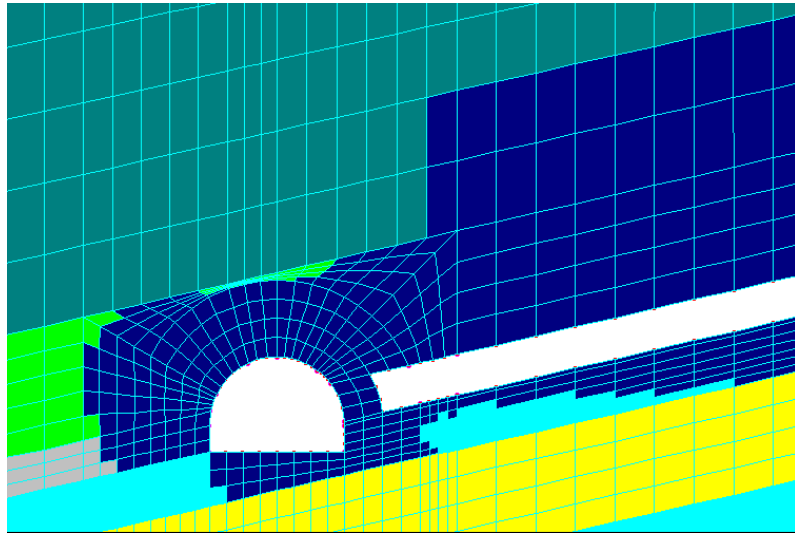


Рис. 3.28. Прилегла до виробки зона розпушення (варіант 4)

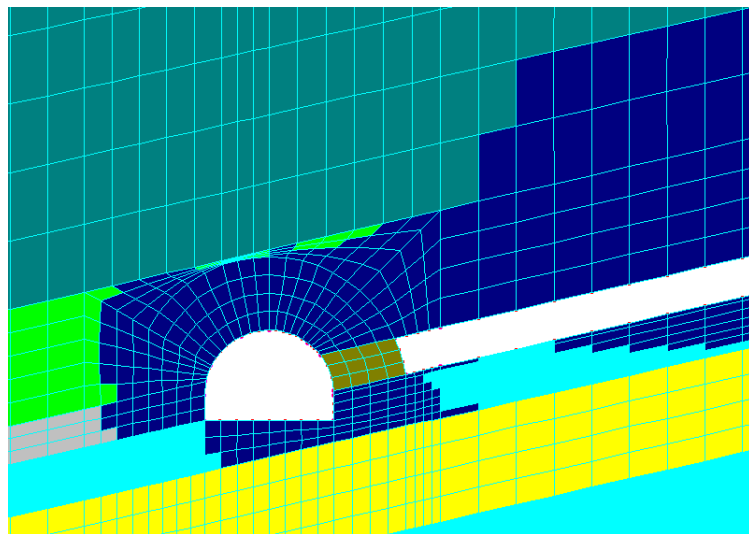


Рис. 3.29. Прилегла до виробки зона розпушення (варіант 6)

При наявності лави відносний радіус розпушення порід різко зростає (рис. 3.27), а встановлення охоронного елемента призводить до зменшення зони зруйнованих порід над підготовчою виробкою практично в 3 рази (рис. 3.28, 3.29). Охоронний елемент при ширині до 2 м руйнується, при більшій – залишається незруйнованим (рис. 3.28, 3.29).

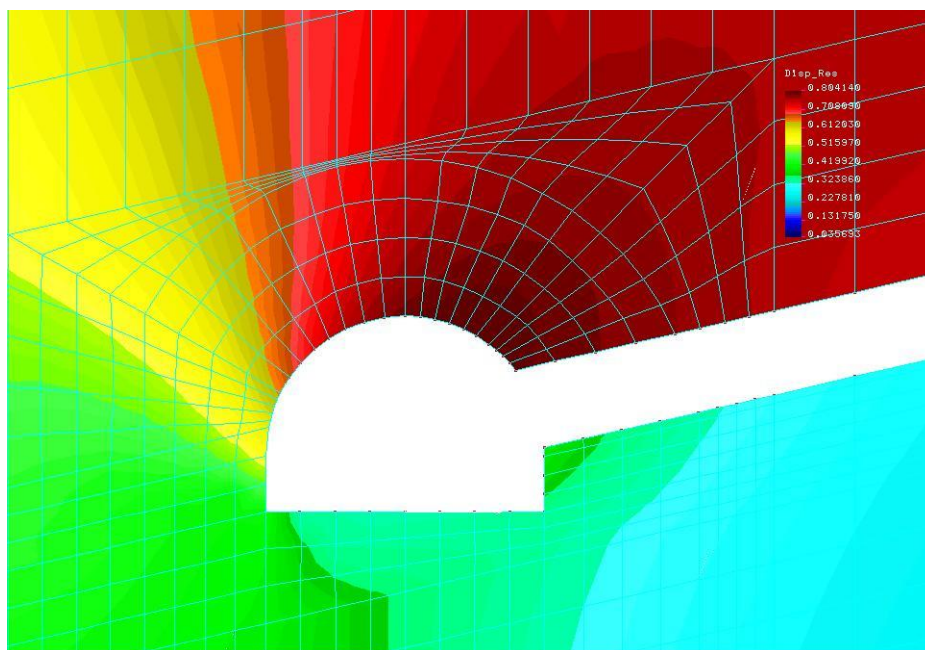


Рис. 3.30. Картина розподілу повних переміщень (варіант 1)

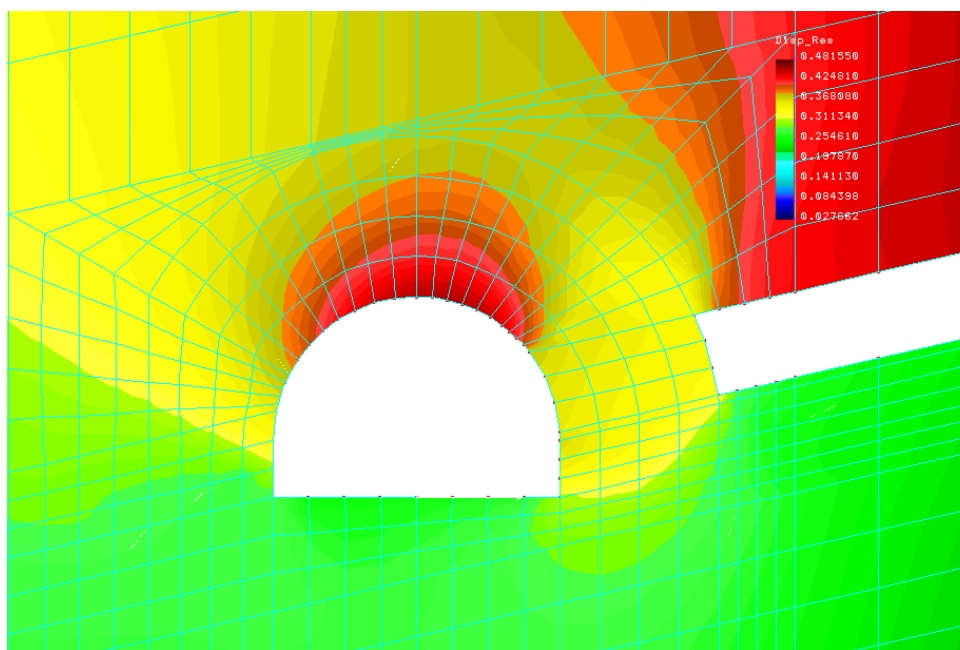


Рис. 3.31. Картина розподілу повних переміщень (варіант 6)

Як видно з рис. 3.30 і 3.31, точка максимальних зміщень порід покрівлі підготовчої виробки зміщується від сполучення до центру виробки і при наявності охоронного елемента знижується практично вдвічі (рис. 3.32).

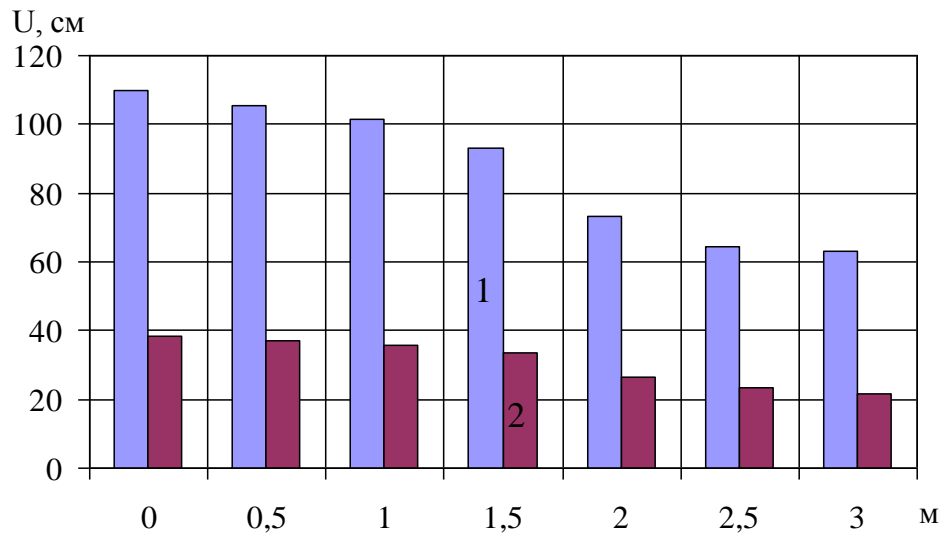


Рис. 3.32. Зміни вертикальної (1) і горизонтальної (2) конвергенції в підготовчій виробці залежно від ширини охоронної конструкції

Аналіз рис. 3.25...3.32 показує, що при ширині охоронної конструкції більш ніж 2,5 м зміни величин конвергенцій незначні, тому найбільш раціональним способом охорони та підтримки підготовчих виробок в зоні впливу лави для даних умов є варіант 6.

При виконанні всіх заходів щодо охорони та підтримки підготовчої виробки, що запропоновані в даній роботі, поєднанню способів охорони виробки поза зоною (ситуація 4) і в зоні впливу лави (варіант 6) (рис. 3.33), призведе до зменшення величин вертикальної (з 109 см до 55 см) і горизонтальної (з 38,5 см до 17,7 см) конвергенцій (рис. 3.34) і поліпшення геомеханічної ситуації навколо виробки і сполучення (рис. 3.35). При цьому зміщення покрівлі складуть 33,8 см, а підосви – 21,2 см, що дає можливість говорити про безремонтну підтримку виробки [39] і, надалі, її використання повторно.

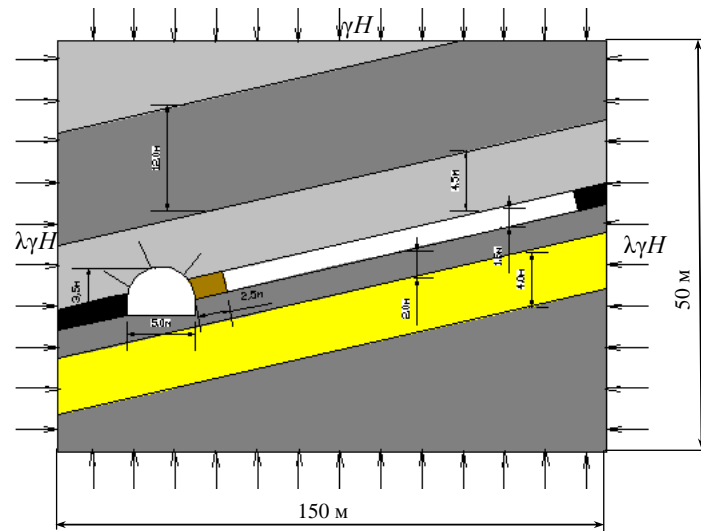


Рис. 3.33. Розрахункова схема до вирішення задачі обґрунтування нового способу охорони та підтримки підготовчих виробок

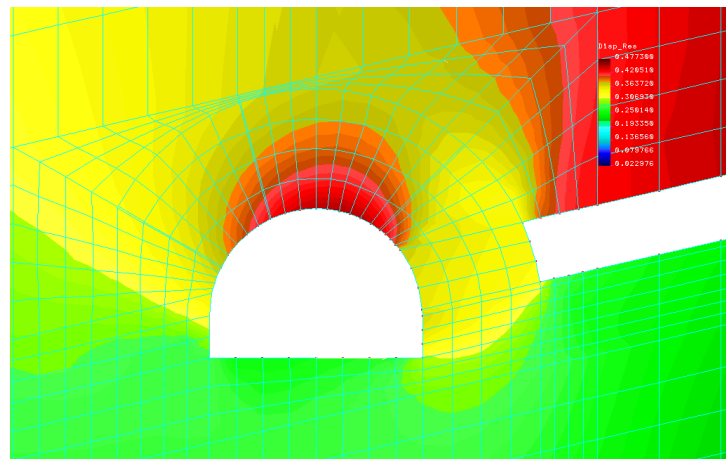


Рис. 3.34. Розподіл повних переміщень при новому способі

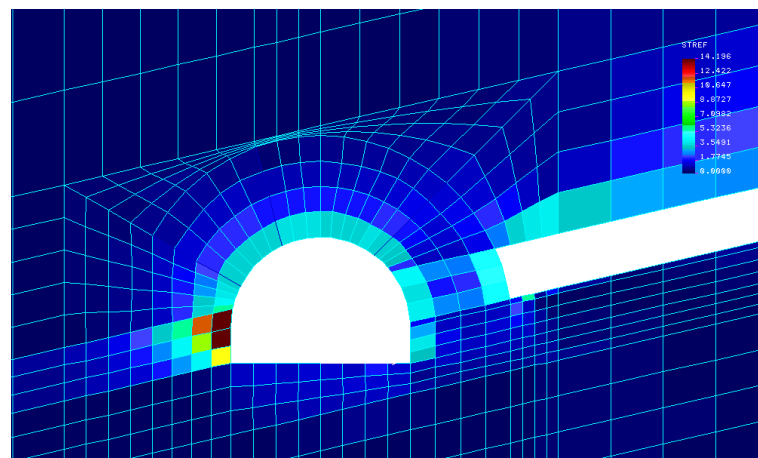


Рис. 3.35. Розподіл величини σ_e/R_c навколо підготовчої виробки при новому способі

Таким чином, параметри запропонованого способу підтримки підготовчої виробки: арочне піддатливе кріплення + додатково встановлені: один анкер ($l_a = 3$ м) з боку падіння на висоті 2 м від підшви під кутом 30° до горизонталі; другий анкер з боку підняття на висоті 3 м від підшви під кутом 135° і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік падіння на 0,5 м під кутом 75° ; з боку майбутньої лави в розкідці встановлена огорожа шириною 2,5 м із залізобетонних плит.

Висновки

1. Виконання запропонованих в даній роботі заходів з підтримки підготовчої виробки призведе до зниження напружень на контурі виробки в 2...3 рази, зменшення вертикальної і горизонтальної конвергенції на 50 % (55,0 см) і 54 % (20,8 см) відповідно.

2. При впровадженні нового способу охорони та підтримки з дотриманням його параметрів, можливо забезпечити достатню стійкість підготовчих виробок в умовах шахти «Новодонецька» для їх повторного використання.

3. Для умов шахти «Новодонецька» рекомендованими параметрами способу є: арочне піддатливе кріплення + додатково встановлені: один анкер ($l_a = 3$ м) з боку падіння на висоті 2 м від підшви під кутом 30° до горизонталі; другий анкер з боку підняття на висоті 3 м від підшви під кутом 135° і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки у бік падіння на 0,5 м під кутом 75° ; з боку майбутньої лави в розкідці встановлена огорожа шириною 2,5 м із залізобетонних плит, при якому зменшується величина горизонтальної та вертикальної конвергенції у виробці на 50 %.

РОЗДІЛ 4
ТЕХНОЛОГІЯ РЕАЛІЗАЦІЇ НОВОГО СПОСОБУ
ОХОРОНИ ТА ПІДТРИМКИ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК
І ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1. Технологія проведення підготовчих виробок при реалізації нового способу охорони та підтримки

Проведення виробки ведеться комплексною прохідницькою бригадою. Режим роботи вибою 4-х змінний, тривалість зміни 6 годин – три зміни прохідницькі та одна ремонтно-підготовча. У ремонтно-підготовчу зміну проводиться ремонт машин і механізмів, ревізія і ремонт електроапаратури, нарощування конвеєра, протипожежного та вентиляційного трубопроводів, зачистка і осланцювання виробки, настилення рейкового шляху, доставка кріпильних матеріалів і устаткування. У робочі зміни ведеться проходження і кріплення виробки. Роботи при цьому організуються за графіком 2 цикли в зміну.

Проходження виробки ведеться комбайном, який виконує відбійку і навантаження гірської маси. Відбита гірська маса через стрічковий перевантажувач навантажується на стрічковий конвеєр. Після виїмки комбайном гірської маси на 1,6 п. м комбайн відганяється від вибою і проводиться встановлення основного (аркове кріплення) та додаткового (три анкера довжиною 3,0 м відповідно до параметрів, що обґрунтовані в розділі 3 (паспортом проведення та кріплення підготовчої виробки рис. 4.1)) і зтягування покрівлі.

Кріплення виробки піддатливим металевим арочним кріпленням КМП-А3/13,8 виконується в наступній послідовності:

– після огляду вибою і оборки породи по периметру виробки прохідники розчищають місце для встановлення стійок і закладають лунки відповідно до паспорта кріплення;

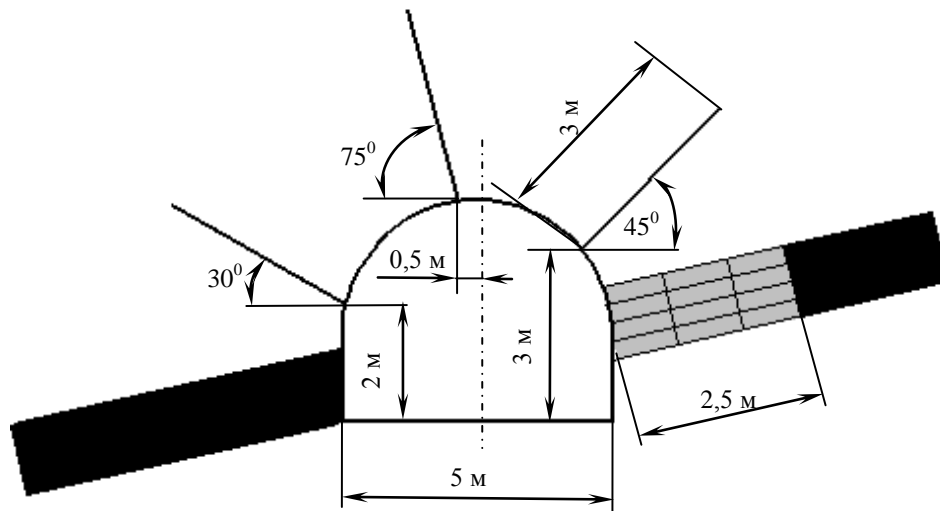


Рис. 4.1. Параметри нового способу підтримки та охорони підготовчої виробки

– стійки підносяться і встановлюються по черзі в лунки і скріплюються міжрамним стягування з раніше встановленою аркою, при цьому бічні стяжки розташовуються на 0,8 м нижче верхньої кромки стійки;

– з робочого полку верхняк фіксується в заданому положенні на стійках і з'єднується двома хомутами зі стійками арки, при цьому в місцях з'єднання верхняка зі стійками, дотримується проектна величина напуску (400 мм);

– елементи арки в кожному вузлу з'єднуються двома хомутами, затягування гайок виконується прохідником стандартним ключем з рукояткою довжиною 0,45 м до початку вигину планок;

– після затягування хомутів здійснюється з'єднання верхняка верхнім міжрамним стягування, в вузлах піддатливості встановлюються міжрамні дерев'яні розпірки діаметром 10 см і перевіряється правильність встановлення рами, після чого вона ретельно розклинається в породному масиві. Після цього виконується затягування покрівлі та боків (у відповідності з паспортом кріплення) затяжками;

– по мірі затягування покрівлі та боків виробки виконується ретельне забування породю закріпного простору, при наявності великих порожнин викладаються дерев'яні «костри».

На рамках кріплення, що розташовані в 10...12 м від вибою, прохідники повинні підтягнути гайки з'єднувальних хомутів, і в подальшому вони повинні регулярно підтягуватися по мірі їх ослаблення.

Зараз більше 80 % анкерів використовуються спільно з швидкотвердіючими синтетичними наповнювачами. З них 90 % – з закріпленням по всій довжині анкера, решта 10 % – з «крапковим» закріпленням. Сталеполімерне анкерне кріплення відрізняється від інших видів анкерного кріплення використанням для закріплення армуючої штанги в породі високоміцних швидкотвердіючих сумішей на основі смол органічного і мінерального походження. Сталеполімерні анкери здатні практично миттєво після встановлення вступати в активну роботу з масивом і забезпечувати високу несучу здатність навіть в тріщинуватих обводнених породах.

Як бурильний механізм використовувався перфоратор ПТ-54. Процес встановлення сталеполімерних анкерів зводиться до наступного: в шпур вводять 2 ампули, потім в ньому розміщують армуючу штангу, який обертають за допомогою ручного електросвердла. Обертання армуючої штанги в шпурі виконується протягом 30...45 с. За цей час оболонка ампул, що розміщені в шпурі, повністю руйнується, а компоненти полімерних сумішей змішуються. Для запобігання витікання полімерних сумішей, при встановленні анкерів в пробурених з нахилом вгору шпурах (більше 30^0), на штангу одягається гумова манжета. Через 1...4 хв. на контурному кінці армуючої штанги розміщують опорні елементи, а натягування анкера виконують вже через 15...30 хв. після закінчення робіт. Далі виконують роботи, що пов'язані з проведенням і кріпленням розкіски (ширина розкіски 2,5 м), укладанням залізобетонних плит. Виконують затяжку боків виробки. Після цього цикл повторюється.

Після проходження першої лави у підготовчій виробці виконують незначний (при необхідності) ремонт: підривання здимних порід підосви, вирівнювання рейкового шляху, заміну затяжки. Підготовча виробка зберігає необхідний переріз при відпрацюванні першої лави і може використовуватися повторно, що виключає необхідність проведення нової виробки.

Провітрювання вибою здійснюється вентилятором місцевого провітрювання ВМП-6 по вентиляційних прогумованих трубах діаметром 800 мм (в привибійній частині 600 мм). Контроль кількості повітря, що надходить у вибій, здійснюється апаратурою АПТВ.

Автоматичний контроль вмісту метану на дільниці здійснюється апаратурою АМТ-3У. Для захисного відключення електроенергії при порушенні нормального режиму провітрювання виробки застосовується апаратура «АЗОТ».

Контроль за міцністю закріплення анкерів в шпурах проводиться переносним гідравлічним приладом ПКА-1. Контроль якості натягнення штанг анкерного кріплення здійснюється динамометричним ключем механічної дії. Вимірювання натягнення анкерів в часі виконується гідравлічним динамометром.

4.2. Основні проектно-кошторисні параметри магістерської роботи

Проектно-кошторисна документація будівництва і підтримки підготовчої виробки містить набір кошторисної документації. У розділі економічне обґрунтування відображені документи на проведення і підтримку підготовчих виробок:

- локальні кошториси на проведення і підтримку та охорону підготовчих виробок;
- договірна ціна.

Локальний кошторис відображає всі роботи, що виконуються при будівництві і підтримці конкретної виробки, а також їх вартість і трудомісткість. Договірна ціна (ціна тендерної пропозиції) включає вартість будівництва і підтримки виробок з урахуванням податків, додаткових витрат й індексації витрат, що пов'язані зі зміною вартості робіт і матеріалів з плином часу (інфляція і т. д.).

Розрахунок параметрів економічного обґрунтування виконано за допомогою програмного комплексу «Строительные технологии – Смета 0510 © Computer Logic ® Ltd.», версія 7.9.34.

Документація складена на підставі:

- Правил визначення вартості будівництва (ДСТУ Б Д.1.1-1:2013);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЕКН) (ДБН Д.2.2-99): локальні кошториси формувалися на підставі збірника Е35 «Гірничо-прохідницькі роботи».

4.3. Розрахунок економічної ефективності нового способу охорони та підтримки підготовчих виробок

Новий спосіб охорони та підтримки підготовчих виробок має значні економічні переваги в порівнянні зі способами, що використовують на шахті. Економія, в основному, досягається за рахунок скорочення витрат на підтримку виробки в період експлуатації, практично відсутність ремонтних робіт, скорочення обсягів проведення виробок. У додатку наводиться розрахунок порівняльної економічної ефективності застосування нового способу в підготовчій виробці, що обчислюється за договірними цінами.

При цьому враховуються витрати на:

- 1) проведення нової виробки;
- 2) проведення і кріплення розкіски;
- 3) встановлення анкерного кріплення.

Витрати на підтримку підготовчих виробок при новому способі порівнюються з витратами на проведення нової виробки. Витрати відносяться на 1 п. м довжини виробки.

Загальний економічний ефект від застосування нового способу у підготовчих виробках складається з економічного ефекту від його застосування за всіма виробках, що наявні на шахті. Для шахти «Новодонецька» очікуваний загальний економічний ефект складе 382,88 тис. грн.. на 1000 п. м.

Висновки

1. Описана технологія проведення підготовчих виробок при реалізації нового способу охорони та підтримки на шахті «Новодонецька» з параметрами: а) арокне піддатливе кріплення + додатково встановлені: один анкер ($l_a = 3$ м) з боку масиву на висоті 2 м від підошви під кутом 30^0 до горизонталі, другий анкер з боку лави на висоті 3 м від підошви під кутом 135^0 і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки в бік масиву на 0,5 м під кутом 75^0 , з боку лави в розквісі встановлено охоронне огорожу із залізобетонних плит шириною 2,5 м, що дасть можливість безремонтної підтримки підготовчих виробок і, надалі, їх використання повторно.

2. Очікуваний економічний ефект від реалізації запропонованого способу охорони та підтримки підготовчих виробок складе по шахті «Новодонецька» 382,88 тис. грн. на 1000 п. м.

ВИСНОВОК

Магістерська робота є закінченою науково-дослідною роботою, в якій на основі вперше встановлених для гірничо-геологічними умов шахти «Новодонецька» ВАТ «ДТЕК Добропіллявугілля» закономірностей зміни напружено-деформованого стану породного масиву під впливом комплексу заходів, які направлені на зниження негативного впливу підвищеного гірського тиску, вирішена актуальна науково-технічна задача підвищення стійкості підготовчих виробок в зоні впливу очисного простору.

Основні наукові і практичні результати роботи полягають в наступному:

1. Виконано аналіз виробничої діяльності шахти «Новодонецька», що дозволило визначити мету і сформулювати основні задачі досліджень, які полягають в обґрунтуванні можливості повторного використання підготовчих виробок. Так само аналіз показав, що причиною незадовільного стану підготовчих виробок є невідповідність застосованих заходів з підтримки й охорони виробок, що проявляється в великих зміщеннях контуру, особливо покрівлі.

2. На основі математичного моделювання деформаційних процесів в масиві навколо сполучення лави та штреку встановлено закономірності зміни напружено-деформованого стану масиву в залежності від характеристик елементів способу охорони підготовчої виробки, що дозволило для умов шахти «Новодонецька» визначити раціональні параметри нового способу запобігання негативного впливу гірського тиску в зоні впливу очисних робіт, а саме: арочне піддатливе кріплення + один анкер (довжиною 3 м) з боку падіння на висоті 2 м від підшви під кутом 30° до горизонталі, другий анкер з боку підняття на висоті 3 м від підшви під кутом 135° і третій в покрівлі зі зміщенням від осі виробки в бік падіння на 0,5 м під кутом 75° , та з боку майбутньої лави в розкисці встановлено огорожу шириною 2,5 м із залізобетонних плит.

3. Очікуваний економічний ефект від реалізації запропонованого способу охорони та підтримки підготовчих виробок по шахті «Новодонецька» складе 382,88 тис. грн. на 1000 п. м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Красник В.Г. Программы перспективного развития угольной промышленности Украины / В.Г. Красник // Уголь Украины. – 2006. – №12. – С. 6–8.
2. Селезень А.П. Состояние подготовительных выработок и пути повышения их устойчивости / А.П. Селезень // Уголь Украины. – 1987. – №5. – С. 25–27.
3. Косков И.Г. Основные направления совершенствования крепления горных выработок / И.Г. Косков // Шахтное строительство. – 1985. – №1. – С. 3–5.
4. Білошапкін Н.О., Пленник А.М., Терещук Р.М. Проблеми стійкості гірничих виробок вугільних шахт // Перспективи розвитку будівельних технологій : 12-та міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів (19-20 квіт. 2018 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний гірничий університет. – Д., 2018. – С. 21–24.
5. Халимендик Ю.М. Шахтные исследования состояния наклонных выработок / Ю.М. Халимендик, В.Ф. Панибратченко, Р.Н. Терещук [та ін.] // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: ІГТМ НАН України, 2011. – Вип. 94. – С. 229–238.
6. Терещук Р.Н. Обследование состояния горных выработок на шахтах шахтоуправления «Добропольское» ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев // Зб. наук. пр. Проблеми гірського тиску. – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – №1 (20) – №2 (21). – С. 68–85.
7. Терещук Р.Н. Экспериментальные исследования и оценка состояния горных выработок на шахтах шахтоуправления «Белозерское» ООО «ДТЭК Добропольеуголь» / Р.Н. Терещук, А.Е. Григорьев // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012. – Вип. 2 (10). – С. 60–67.

8. Черняк И.Л. Управление горным давлением в подготовительных выработках глубоких шахт / И.Л. Черняк, Ю.И. Бурчаков. – М.: Недра, 1984. – 304 с.
9. Симанович А.М. Охрана выработок на глубоких горизонтах / А.М. Симанович, М.А. Сребный. – М.: Недра, 1976. – 144 с.
10. Охрана подготовительных выработок без целиков / [Н.П. Бажин, В.В. Райский, Ю.В. Волков и др.]. – М.: Недра, 1975. – 296 с.
11. Глушко В.Т. Охрана выработок глубоких шахт / Глушко В.Т., Цай Т.Н., Ваганов И.И. – М.: Недра, 1975. – 200 с.
12. Повышение устойчивости подготовительных выработок угольных шахт / [Заславский И.Ю., Компанец В.Ф., Файвищенко А.Г., Клещенко В.М.] – М.: Недра, 1991. – 235 с.
13. Зборщик М.П. Охрана выработок глубоких шахт в зонах разгрузки / М.П. Зборщик, В.В. Назимко. – К.: Техника, 1991. – 248 с.
14. Болгожин Ш.А.-Г. Поддержание пластовых выработок на большой глубине / Болгожин Ш.А.-Г., Лезин Г.Д., Ищанов Т.К. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 102 с.
15. Стрельченко И.И. Шахтные испытания комплекса оборудования «Титан-1» / И.И. Стрельченко, С.Н. Ицкович, В.П. Ключко // Уголь Украины. – 1975. – № 1. – С. 31.
16. Усаченко Б.М. Геомеханика охраны выработок в слабометаморфизированных породах / Усаченко Б.М., Чередниченко В.П., Головчанский И.Е. – Киев: Наук. Думка, 1990. – 144 с.
17. Катков Г.А. Совершенствование способов охраны подготовительных выработок на больших глубинах / Г.А. Катков, А.С. Диманштейн // Добыча угля подземным способом. – 1978. – № 9. – С. 32-34.
18. Катков Г.А. Охрана горных выработок полосами из твердеющих материалов / Г.А. Катков, А.С. Диманштейн, Н.Я. Полищук // Уголь. – 1979. – № 3. – С. 26–29.

- 19.Графова А.Я. Область применения жестких полос для охраны штреков на пологих пластах Донецкого бассейна / А.Я. Графова, С.И. Выборнова // Добыча угля подземным способом. – 1979. – № 7. – С. 18–19.
- 20.Байсаров Л.В. Опыт применения импортных и отечественных составов сухих смесей при возведении литых окоштрековых полос на шахте «Красноармейская Западная» №1 / Л.В. Байсаров, А.А. Яйцов, В.А. Болбат // Уголь Украины. – 2005. – №11. – С. 3–5.
- 21.Кошелев К.В. Охрана и ремонт горных выработок / Кошелев К.В., Петренко Ю.А., Новиков А.О. – М.: Недра, 1990. – 218 с.
- 22.Кошелев К.В. Поддержание, ремонт и восстановление горных выработок / К.В. Кошелев, А.Г. Томас. – М.: Недра, 1985. – 215 с.
- 23.Фатеев В.Ф. Проведение горных выработок одиночным забоем / В.Ф. Фатеев, В.М. Клещенко // Уголь. – 1980. – № 2. – С. 15–19.
- 24.Григорьев В.Л. Возможные способы охраны подготовительных выработок при увеличении глубины разработки в основных угольных бассейнах / В.Л. Григорьев // Добыча угля подземным способом. – 1978. – № 2. – С. 22–24.
- 25.Мельников Н.М. Шахтные исследования полимерной анкерной крепи / Н.М. Мельников, Н.В. Козицкий, Н.В. Ноздричев // Технология добычи угля подземным способом. – 1974. – №8. – С. 5–7.
- 26.Обратный свод крепи из разгруженных от напряжений и упрочненных пород почвы / Г.Г. Литвинский, Г.В. Бабиюк, В.С. Кукленко [и др.] // Уголь Украины. – 1980. – № 2. – С. 14–15.
- 27.Комиссаров М.А. Исследование длительности защитного действия разгрузки выработок скважинами по углю / М.А. Комиссаров, А.Г. Федорук, И.А. Павленко // Уголь Украины. – 1975. – № 8. – С. 15–18.
- 28.Каталог типовых условий эксплуатации механизированных комплексов на пологонаклонных (до 35⁰) пластах / [авт.-упоряд. А.А. Орлов и др.]. – Л.: ВНИМИ, 1985. – Ч.1. – 235 с.

29. Розин Л.А. Расчет гидротехнических сооружений на ЭЦВМ. Метод конечных элементов / Розин Л.А. – Л.: Энергия, 1971. – 214 с.
30. Розин Л.А. Метод конечных элементов в приложении к упругим системам / Розин Л.А. – М.: Стройиздат, 1977. – 129 с.
31. Зенкевич О. Метод конечных элементов в теории сооружений и в механике сплошных сред / О. Зенкевич, И. Чанг: пер. с англ. – М.: Недра, 1974. – 239 с.
32. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов / Сегерлинд Л.: пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
33. Стренг Г. Теория метода конечных элементов / Г. Стренг, Дж. Фикс: пер. с англ. – М.: Мир, 1977. – 350 с.
34. Деклу Ж. Метод конечных элементов / Деклу Ж.: пер. с фран. – М.: Мир, 1976. – 96 с.
35. Амусин Б.З. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики / Б.З. Амусин, А.Б. Фадеев. – М.: Недра, 1975. – 144 с.
36. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике / Фадеев А.Б. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
37. Ержанов Ж.С. Метод конечных элементов в задачах механики горных пород / Ж.С. Ержанов, Т.Д. Каримбаев. – Алма-Ата.: Наука, 1975. – 238 с.
38. Амусин Б.З. Применение метода конечных элементов к задачам горной геомеханики / Б.З. Амусин, А.П. Троицкий, А.Б. Фадеев // Тезисы докладов к конференции по применению ЭВМ в строительной механике. – М.: 1972. – С. 16–20.
39. Новикова Л.В. Распределение напряжений в массиве горных пород на участке сопряжения двух выработок / Л.В. Новикова, А.И. Калашников, В.С. Лесников // Изв. ВУЗов. Горный журнал. – 1984. – № 2. – С. 25.
40. Солодянкин А.В. Геомеханические модели в системе геомониторинга глубоких угольных шахт и способы обеспечения устойчивости протя-

- женных выработок: дисс...доктора техн. наук: 05.15.04.; 05.15.09 / Солодянкин Александр Викторович. – Днепропетровск, 2009. – 426 с.
41. Терещук Р.Н. Крепление капитальных наклонных выработок анкерной крепью / Р.Н. Терещук : монография. – Д.: НГУ, 2013. – 150 с.
42. Ресурсозберігаючі технології управління стійкістю протяжних виробок вугільних шахт / [Гапєєв С.М., Хозяйкіна Н.В., Терещук Р.М., Коваленко В.В.] : монографія. – Дніпропетровськ : НГУ, 2016. – 181 с.
43. Tereshchuk R.M., Khoziaikina N.V. and Babets D.V. (2018), “*Substantiation of rational roof-bolting parameters*”, *Scientific bulletin of National Mining University*, no. 1. pp. 19–26.
44. Терещук Р.Н. Определение рациональной длины анкеров для крепления наклонных выработок / Р.Н. Терещук // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 1 (90). Ч. 2. – С. 65–69.
45. Терещук Р.Н. Определение рациональных параметров анкерования наклонных выработок / Р.Н. Терещук, О.В. Терещук // Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 2 (14). – С. 104–113.
46. Дараган Т.В., Жадленко Т.І., Григор’єв О.Є. До питання про визначення раціональної довжини анкерних штанг // Перспективи розвитку будівельних технологій : 12-та міжнародна науково-практична конференція молодих учених, аспірантів і студентів (19-20 квіт. 2018 р., м. Дніпро) : доповіді / Національний гірничий університет. – Д., 2018. – С. 34–38.

ДОДАТОК

(наименование объекта строительства)

Локальная смета на строительные работы № 1

Промходка конвейерного штреку 1-4 північної лави уквону планета К7, Шахта Новоодолецька

(наименование работ и затрат, наименование здания, строения, сооружения, линейного объекта инженерно-транспортной инфраструктуры)

ОСНОВАНИЕ:
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость
17 111,657 тыс. грн.
Сметная трудоемкость
61,605 тыс. чел.ч.
Сметная заработная плата
4 035,441 тыс. грн.
Средний разряд работ
5,2 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 25.10.2018

№ п/п	Объемно-высотные (шифры работ)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.			Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не считая обслуживающего персонала		
					Всего	эксплуатационные машины	в том числе за рабочую плату	Всего	заработной платы	эксплуатационные машины	в том числе за рабочую плату	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	E3-6-17	Промходка горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., комбайнами 4ПН-2 по смешанному забою, с потрухой на конвейер, площадью сечения до 25м2	100м3	159,0	25 835,17	16 533,16	4 107,792	969 558	2 628 772	56 1600	8 929,44	17 6400	2 804,76
					6 097,85	846,44			134 584	17 6400			

183_лс_1

-2-

Строительные Технологии -СМЕТА™ версия 7.9.34 в/п0510

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	E35-38-25	Постоянные рамные стальные арочные подкатыные крени из спелпрофайа в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадь сечения до 3.5м2	т	405.0	16 946.81 3 300.60	18.40 6.27	6 863 458	1 336 743	7 452 2 539	32 2300 0 2038	13 053.15 82.54
3	E35-38-101	Звязка досками вешонную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - кровля	100м2	84.0	18 261.16 4 574.36	61.56 18.19	1 533 937	364 246	5 171 1 528	64 8900 0 5456	5 450.76 45.83
4	E35-38-102	Звязка досками вешонную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - стены	100м2	71.0	17 484.96 3 788.06	61.56 18.19	1 241 425	269 662	4 371 1 291	56 2500 0 5456	3 993.75 38.74
5	E35-48-7	Укладка арочного пути рельсами типа Р-33 в выработках с углом наклона до 2 град.	1км	1.2	608 818.47 121 815.21	1 541.16 424.16	730 582	146 178	1 849 509	1 382 3300 14 8580	1 658.80 17.83
6	E16-7-10	Прокладка т рубпроводов протектисварного става из стальных водопроводных оцинкованных труб диаметром 100 мм	100м	12.0	30 682.55 2 391.07	757.45 162.45	368 191	28 693	9 089 1 949	113 1600 7 1968	1 357.92 86.36
7	E35-54-9	Навеска вингилличных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки до 13 град.	100м	12.0	8 969.63 1 801.88	5.78 1.96	107 636	21 623	69 24	19 8200 0 0634	237.84 0.76
8	M19-6-1	Монтаж конвейера ленточного стационарного, длина 600 м, ширина ленты 800 мм, масса до 30,5 т (30,5)	комплект	2.0	205 902.59 86 462.05	9 023.24 2 702.56	411 805	172 924	18 046 5 405	3 392 0000 97 5894	6 784.00 195.18
9	M19-6-1 тех часть п. 2.8а к-0,8;	Монтаж конвейера ленточного стационарного, длина 600 м, ширина ленты 800 мм, масса до 30,5 т (30,5) (Демонтаж)	комплект	2.0	77 282.97 69 169.66	7 218.59 2 162.05	154 566	138 339	14 437 4 324	2 713 6000 78 0715	5 427.20 156.14
10	E16-7-10 тех часть п. 2.8а к-0,8;	Прокладка т рубпроводов протектисварного става из стальных водопроводных оцинкованных труб диаметром 100 мм (Демонтаж)	100м	12.0	3 018.53 2 412.57	605.96 129.96	36 222	28 951	7 271 1 560	90 5280 5 7574	1 086.34 69.09
11	E35-54-17	Снятие вингилличных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки до 13 град.	100м	12.0	1 544.93 1 539.15	5.78 1.96	18 539	18 470	69 24	17 2200 0 0634	206.64 0.76

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 в/п0510

-3-

183_лс_1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
12	E:35-48-16	Снятие временных рельсовых путей типа Р-33 в выработках с углами наклона до 2 град.	Км	1,2	39 058,32 38 208,36	849,96 292,45	46 870	45 850	1 020 351	480 6200 9 5992	576,74 11,47	
Итого прямые затраты по смете:								3 561 237	2 697 616		48 762,58 3 509,46	
Итого прямые затраты								грн.	15 621 023			
в том числе:												
стоимость материалов, изделий и конструкций								грн.	9 362 170			
всего заработная плата								грн.	3 715 325			
Обеспроводительные расходы								грн.	1 480 634			
трудоемкость в обеспечительных расходах								час-ч				
заработная плата в обеспечительных расходах								грн.	320 116			
ВСЕГО по смете								грн.	17 111 657			
Сметная трудоемкость								час-ч				
Сметная заработная плата								грн.	4 035 441			

Составил _____

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил _____

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

ЗАКАЗЧИК: _____

ГЕНПОДРЯДЧИК: Шахта Новодонецька

ПОДРЯДЧИК: _____

ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА № 1**Шахта Новодонецька**

(наименование объекта строительства, пускового комплекса, здания, строения, сооружения, линейного объекта инженерно-транспортной инфраструктуры)

осуществляемое в 2019 году

Вид договорной цены: "твердая договорная цена"

Определена согласно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013

Составлена в текущих ценах по состоянию на 25.10.2018

№ п/п	Обоснование	Наименование затрат	Стоимость, тыс. грн.		
			Всего	в том числе:	
				строительных работ	прочих затрат
1	2	3	4	5	6
1	Расчёт №1-1	Прямые затраты в том числе Зарботная плата строителей и монтажников Стоимость материальных ресурсов Стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов	15 621.023	15 621.023	
2	Расчёт №1-2	Общепроизводственные расходы	1 490.634	1 490.634	
3		Всего прямые затраты и общепроизводственные расходы	17 111.657	17 111.657	
4	Расчёт №5	Сметная прибыль (7.76 грн./чел.ч.)	478.054	478.054	
5	Расчёт №6	Средства на покрытие административных расходов строительных организаций (3.70 грн./чел.ч.)	227.938		227.938
		Итого договорная цена	17 817.649	17 589.711	227.938
6		Налог на добавленную стоимость	3 563.530		3 563.530
		Всего договорная цена	21 381.179	17 589.711	3 791.468

Руководитель предприятия
(организации) - заказчикаРуководитель (генеральной)
подрядной организации_____
(подпись, инициалы, фамилия, печать)_____
(подпись, инициалы, фамилия, печать)

(наименование объекта строительства)

Локальная смета на строительные работы № 2

Охрана та я підтримка конвеєрного штрку І-І північної лави уклону пласта К7, Шахта Новоюжівська

(наименование работ и затрат, наименование здания, строения, сооружения, линейного объекта инженерно-транспортной инфраструктуры)

ОСНОВАНИЕ:
чертежи (спецификации) №

Сметная стоимость 16 334,457 тыс. грн.
Сметная трудоемкость 96,013 тыс. чел.ч.
Сметная заработная плата 6 501,127 тыс. грн.
Средний разряд работ 4,3 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 25.10.2018

№ п/п	Объемно-высотные (шифры порядки)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.			Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин		
					Всего	эксплуатационные машины	в том числе за-числе за-работной платы	Всего	заработной платы	эксплуатационные машины	в том числе за-числе за-работной платы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	E35-12-3	Прокладывание отбойными молотками раскоски с временными креплениями, с углом наклона до 30 град., площадью сечения свыше 2,5м2	100м3	37,5	40 329,05	1 683,75	1 512 339	1 232 980	63 141	362 0700	13 577 63		
					32 879,46	262,08			9 828	6 0419	226,57		
2	E35-38-107	Укладка железобетонных плит в раскосе всплошную и накладных выработках, с углом наклона до 13 град.	10м3	356,2	30 725,12	441,15	10 944 288	4 289 680	157 139	167 9600	59 838,04		
					12 070,97	154,29			54 958	5 0840	1 810,92		

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 в/п0510

-2-

184_лс_2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	E35-43-25	Постоянные храни из металлических плит в армле, с частичным заполнением плитов ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент прочности пород 4-6, длина плит 3,0м	100квмпл	37.5	36 438.90 8 516.90	792.04 100.59	1 366 459	319 384	29 702 3 772	94 3700 2 5681	3 538 88 96 30	
Итого прямые затраты по смете:								13 823 086	5 852 044	249 981 68 558	76 954 55 2 133 79	
Итого прямые затраты в том числе:								грн.	13 823 086			
стоимость материалов, изделий и конструкций								грн.	7 721 061			
всего заработная плата								грн.	5 920 602			
Общепроизводственные расходы								грн.	2 511 371			
трудоемкость в общепроизводственных расходах								чел-ч				16 924.91
заработная плата в общепроизводственных расходах								грн.	580 525			
ВСЕГО по смете								грн.	16 334 457			
Сметная трудоемкость								чел-ч				96 013
Сметная заработная плата								грн.	6 501 127			

Составил

_____ [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил

_____ [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

ЗАКАЗЧИК: _____

ГЕНПОДРЯДЧИК: Шахта Новодонецька

ПОДРЯДЧИК: _____

ДОГОВОРНАЯ ЦЕНА № 2

(наименование объекта строительства, пускового комплекса, здания, строения, сооружения, линейного объекта инженерно-транспортной инфраструктуры)

осуществляемое в 2019 году

Вид договорной цены: "твердая договорная цена"

Определена согласно ДСТУ Б Д.1.1-1:2013

Составлена в текущих ценах по состоянию на 25.10.2018

№ п/п	Обоснование	Наименование затрат	Стоимость, тыс. грн.		
			Всего	в том числе:	
				строительных работ	прочих затрат
1	2	3	4	5	6
1	Расчёт №1-1	Прямые затраты в том числе Зарботная плата строителей и монтажников Стоимость материальных ресурсов Стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов	13 823.086 5 852.044 7 721.061 249.981	13 823.086 5 852.044 7 721.061 249.981	
2	Расчёт №1-2	Общепроизводственные расходы	2 511.371	2 511.371	
3		Всего прямые затраты и общепроизводственные расходы	16 334.457	16 334.457	
4	Расчёт №5	Сметная прибыль (7.76 грн./чел.ч.)	745.063	745.063	
5	Расчёт №6	Средства на покрытие административных расходов строительных организаций (3.70 грн./чел.ч.)	355.249		355.249
		Итого договорная цена	17 434.769	17 079.520	355.249
6		Налог на добавленную стоимость	3 486.954		3 486.954
		Всего договорная цена	20 921.723	17 079.520	3 842.203

Руководитель предприятия
(организации) - заказчикаРуководитель (генеральной)
подрядной организации_____
(подпись, инициалы, фамилия, печать)_____
(подпись, инициалы, фамилия, печать)