

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

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню магістра**

студента Червонюка Романа Володимировича  
(ПІБ)

академічної групи 184М-18-1 ФБ  
(шифр)

спеціальності 184 «Гірництво»  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Гірництво / Будівельні геотехнології та геомеханіка  
(офіційна назва)

на тему «Забезпечення стійкості магістрального уклону в зоні впливу геологічного порушення в умовах ШУ «Покровське»  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>				

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
будівництва, геотехніки і геомеханіки

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню магістра**

студенту(ці) Червонюку Р.В. академічної групи 184м-18-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 «Гірництво»

за освітньо-професійною програмою Гірництво / Будівельні геотехнології та геомеханіка

(офіційна назва)

на тему «Забезпечення стійкості магістрального уклону в зоні впливу геологічного порушення в умовах ШУ «Покровське»,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_.2019 р. № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання

Завдання видано

\_\_\_\_\_

(підпис керівника)

\_\_\_\_\_

(прізвище, ініціали)

Дата видачі \_\_\_\_\_

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання

\_\_\_\_\_

(підпис студента)

Р.В. Червонюк

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 94 с., 6 табл., 24 рис., 5 дод., 27 джерела.

ВУГІЛЬНИЙ ПЛАСТ, УКЛОН, ГЕОЛОГІЧНІ ПОРУШЕННЯ, СТІЙКІСТЬ, ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ.

Об'єкт дослідження – стійкість протяжної похилої гірничої виробки, траса якої перетинає геологічні порушення.

Мета роботи – розробка технічних рішень із забезпечення стійкості похилої гірничої виробки в складних гірничо-геологічних умовах.

Результати та їх новизна. Дана загальна характеристика базового підприємства, гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови, тощо. Обрано та обґрунтовано методи, критерії оцінки та алгоритми дослідження системи «кріплення-масив» при проектуванні уклону. За допомогою методу скінченних елементів змодельовані варіанти забезпечення стійкості уклону. Отримано конфігурації та розміри зони руйнацій навколо уклону. Дана загальна оцінка стану породного масиву навколо уклону на основі прийнятих розрахункових схем. Отримано розрахункові зміщення на контурі виробки та в породному масиві відповідно до обраного типу кріплення та умов проведення. Розроблений та обґрунтований комплекс заходів і технічних рішень з підвищення тривалої стійкості уклону. Розглянуто конкретні питання гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки, у тому числі питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка» в сфері спорудження гірничих виробок.

Сфера застосування – технології спорудження гірничих виробок в складних гірничо-геологічних умовах.

Практичне значення роботи – підвищення безпеки та економічних показників спорудження гірничих виробок.

## ABSTRACT

Qualification work: 94 p., 6 table, 24 fig., 5 add., 27 sources.

COAL BED, SLOPE, GEOLOGICAL DISTURBANCES, STABILITY, NUMERICAL MODELING, TECHNICAL SOLUTIONS.

**The object** of study is the stability of long sloping mining, the route of which is crossed by geological disturbances.

**The purpose** of the work is the development of technical solutions to ensure the stability of the inclined mining in difficult mountain-geological conditions.

**Results and their novelty.** The general characteristic of the basic enterprise, mining-geological and mining conditions, etc. are given. The methods, evaluation criteria and algorithms for the study of the system of mounting-array in the design of the slope are selected and substantiated. Using the finite element method, variants of slope stability are modeled. The configurations and dimensions of the area around the slope were obtained. The general estimation of the condition of the rock mass around the slope is given on the basis of the accepted calculation schemes. The calculated displacements on the contour of the production and in the rock mass according to the type of mounting and the conditions of holding were obtained. The complex of measures and technical solutions for increasing the long-term stability of the slope is developed and substantiated. Specific issues of occupational hygiene, industrial sanitation, safety, fire safety, including safety issues in emergency situations are considered.

**Interconnection with other works** - continuation of innovative activity of the department of construction, geotechnics and geomechanics of NTU "Dnipro university of technology" in the field of mining workings.

**Scope of application** - mining technologies in complex mining and geological conditions.

**The practical importance** of the work is to increase the safety and economic performance of the mine workings.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТА .....	8
1.1. Загальні відомості про базове підприємство .....	8
1.2. Виробничі потужності .....	11
1.3. Геологія родовища та шахтного поля .....	12
1.4. Характеристика вугільних пластів та порід, що їх вміщують.....	16
1.5. Вибір споруджуваного об'єкту .....	19
Висновки за розділом 1.....	19
РОЗДІЛ 2. ВСТАНОВЛЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ НАВКОЛО ВИРОБКИ .....	20
2.1. Загальні положення.....	20
2.2. Методологія .....	21
2.3. Алгоритм дослідження системи «кріплення-масив» капітальної гірничої виробки .....	23
2.4. Критерій оцінки стану порід.....	26
2.5. Оцінка стану породного масиву на основі «базової» розрахункової схеми .....	28
2.6. Оцінка стану породного масиву на основі розрахункової схеми, що відповідає ускладненим умовам залягання пласта, зокрема при наявності геологічного порушення.....	40
Висновки за розділом 2.....	47
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ.....	48
Висновки за розділом 3.....	54
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРИВАЛОЇ СТІЙКОСТІ УКЛОНУ .....	55
4.1. Обґрунтування прийнятих технічних рішень .....	55
4.2. Економічне обґрунтування доцільності зведення комбінованого кріплення уклону в зонах ПГТ.....	66
Висновки за розділом 4.....	69
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА.....	70
5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів.....	70
5.2. Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	71
5.3. Пожежна профілактика.....	74
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	78
Висновки за розділом 5.....	81
ВИСНОВКИ.....	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	84
ДОДАТОК А. ГРАФІЧНІ ДОДАТКИ.....	88

## ВСТУП

Географічно вугільні запаси зосереджені в п'яти областях України – насамперед у Донецькій, Луганській, Дніпропетровській. Переважна частка запасів вугілля зосереджена в Донецькому вугільному басейні [1].

За геологічними запасами викопного вугілля Україна посідає перше місце в Європі та восьме у світі. Розвідані запаси вугілля в Україні становлять 34,0 млрд. т у. п. або близько 50 млрд. т (станом на 1998 р.). Прогнозні запаси – близько 120 млрд. т. У структурі балансових запасів представлені всі марки – від вугілля бурого до високометаморфізованих антрацитів [1].

Донецький вугільний басейн є одним з основних джерел забезпечення України вугіллям.

Найбільш представницьким для вугільної галузі регіону Центрального Донбасу є ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» – провідне сучасне об'єднання, яке орієнтується на інтенсивний шлях розвитку та збільшення об'ємів видобутку вугілля на базі новітньої техніки та технологій.

При цьому вже існуючі освоєні глибини характеризуються складними гірничо-геологічними умовами, що негативно позначається як при веденні очисних робіт, так і при спорудженні та експлуатації всього підготовчого комплексу гірничих виробок.

Очевидно, що з неминучим ростом глибини ведення робіт загальна стійкість системи «кріплення-виробка-масив» буде погіршуватись, а сила та інтенсивність проявів гірського тиску будуть тільки зростати, що в сукупності з великою кількістю мілкоамплітудних геологічних порушень та значним водопритоком буде негативно впливати не тільки на стан порід, але й на експлуатаційний стан виробок в цілому. Так, наприклад, деякі виробки хоча і перебувають поза зоною очисних робіт, знаходяться в зоні підвищеного гірського тиску. Це призводить до значних деформацій, а іноді і руйнування

кріплення та значного здимання порід підшви, що знижує не тільки ефективність гірничих робіт, але й рівень безпеки.

Таким чином, розробка технічних рішень із забезпечення стійкості гірничих виробок, зокрема похилих, що будуть проводитися в складних гірничо-геологічних умовах є досить актуальною темою кваліфікаційної роботи.

## РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ОБ'ЄКТА

### 1.1. Загальні відомості про базове підприємство

Згідно загальнодоступним даним [2], Шахтоуправління «Покровське», раніше відоме як ВАТ Вугільна компанія «Шахта „Красноармійська-Західна № 1“» – велике гірничопромислове підприємство у Донецькій області, яке включає власне вугільну шахту та вуглезбагачувальну фабрику. Основна область діяльності – підземне видобування кам'яного вугілля.

Шахта здана в експлуатацію у 1990 р. Проектна потужність 2,1 млн т/рік. У 2003 р видобуто 4,9 млн т. вугілля. Перший пусковий комплекс – 4 лави, другий – 6 лав. Строк служби копальні – 65 років, а з урахуванням розвитку і затухання – 70 років.

У очисних вибоях працюють механізовані комплекси. Проведення гірничих виробок здійснюється комбайнами. Шахта небезпечна за викидами породи і газу.

Будівництво шахти «Красноармійська-Західна № 1» здійснювалося з 1974 року відповідно до технічного проекту будівництва, розробленого інститутом «Дондiproшахт» в 1972 році й затверджений постановою колегії Міністерства вугільної промисловості СРСР від 31.08.72 № 58/50.

Річна проектна потужність шахти відповідно затвердженому технічному проекту становила 2,1 млн т по товарному (рядовому) вугіллю. При цьому в одночасній роботі передбачалося мати три лави – дві у блоці № 6 і одну у блоці № 2. Проектна потужність шахти 2,1 млн т вугілля у рік була прийнята й у Постанові ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР № 191 від 30 березня 1980 року. При коригуванні технічного проекту виконані розрахунки і детально пророблений календарний план розробки пласта d<sub>4</sub> підтвердили реальну можливість забезпечити стійкий рівень видобутку 7000 т за добу і вище.



Крім того, згідно з затвердженим технічним проектом основні технологічні ланки шахти (транспорт, підйом, вентиляція, поверхневий комплекс) розраховані на видобуток 2.1 млн т вугілля у рік.

Технологічна схема гірничої частини шахти в цілому (кількість і розташування виробок, що підготовлюють та розкривають, приствольні двори) також приймалася з розрахунку забезпечення прийнятої потужності. У зв'язку з уточненням у ході будівництва гірничо-геологічних умов відпрацьовування запасів, запровадженням у дію за період 1974–1985 років ряду нових правил безпеки й директивних документів з проектування й будівництва вугільних шахт, інститутом був скоригований технічний проект будівництва шахти й затверджений постановою Мінвуглепрому СРСР від 30.01.87 № 12-50/71 за узгодженням з Держбудівництвом і Держпланом СРСР.

Скоригованим технічним проектом будівництва шахти (1986 рік) введення шахти в експлуатацію загальною потужністю 2100 тис. тонн вугілля на рік передбачалось двома пусковими комплексами:

Перший – потужністю 1500 тис. тонн із одночасною роботою чотирьох лав у блоках № 6-4 в 1990 році;

Другий – потужністю 600 тис. тонн у складі додатково двох лав у блоках № 2-3 передбачалось увести в 1994 році.

Перший пусковий комплекс уведений в експлуатацію в строки, передбачені проектом у грудні 1990 року виробничою потужністю 1,5 млн т у рік. В процесі будівництва й експлуатації першого пускового комплексу був виявлений ряд факторів, що значно ускладнюють ведення гірничих робіт – розвинена мережа гірничо-геологічних порушень, підвищена тріщинуватість гірських порід, часті потоншення й руслові розмиви пласту із заміщенням породами, що послужило причиною переведення шахтного поля з першої до другої категорії за складністю геологічної будови. Була виявлена неефективність ведення закладних робіт при потужності пласта 1,6–1,9 м для охорони бортових виробок з метою їхнього повторного використання.

Через відсутність повної закладки виробленого простору передбачене затвердженням проектом виймання охоронних ціликів під залізничною магістраллю в блоці № 6 без перенарізання лав на глибинах вище горизонту 708 м (величина безпечного ведення гірничих робіт) не може бути реалізована. Зазначені фактори зумовили необхідність переходу виїмкових ділянок у підготовлених до виймання запасах блоків № 6 та 4 на зворотноточну схему провітрювання з відпрацюванням через стовп і підготовкою лав у проміжних стовпах проведенням виробок вприсічку до виробленого простору.

Заповнення лінії очисних вибоїв, що вибуває, у блоках зі зменшеною потужністю пласту (з 1,4–1,8 м до 1,1–1,4 м у блоках № 4-5) не забезпечувало підтримування потужності шахти на досягнутому рівні.

Для забезпечення підтримування й приросту виробничої потужності шахти вирішено передати запаси блоків № 2 й № 3 на відтворення лінії очисних вибоїв, що вибуває, а як другий пусковий комплекс будівництва шахти здійснити розкриття й підготовку запасів блоків № 8 та № 10.

Зараз ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» є одним з лідерів вуглевидобувної галузі за об'ємами видобутку, але й за техніко-економічними та соціальними показниками, що дозволяє обрати його в якості основного об'єкту при виконанні кваліфікаційної роботи.

Однак і таке потужне підприємство для підтримання і подальшого інтенсивного розвитку має постійно вирішувати низку проблем з мінімізації витрат, що пов'язані із забезпеченням тривалої стійкості існуючих гірничотехнічних об'єктів та тих, що мають створюватись для підготовки та відпрацювання нових запасів вугілля.

Шахтне поле вскрито центрально-здвоєними головним і допоміжним стволами, повітряподаючими стволами №1 та №2 і вентеляційним стволом з організацією основного відкаточного горизонту на глибині 593 м, дренажним вентиляційним горизонтом 708 м та горизонту 815 м. Розміри блоків складають 3,5 x 5,0 км.

## 1.2. Виробничі потужності

Згідно загальнодоступним даним [3], ПрАТ «ШУ» Покровське» розташоване в Донецькому кам'яновугільному басейні, в 13 км від м Покровськ (Красноармійськ) Донецької області. Промислові запаси вугілля – понад 200 мільйонів тонн. Перший пусковий комплекс був введений в експлуатацію в грудні 1990 року. У березні 1992 року був виданий на-гора перший мільйон тонн вугілля, а в грудні 1993 року була освоєна проектна потужність – 1,8 мільйона тонн вугілля в рік. Розміри шахтного поля по простяганню – 16 км, по падінню – до 7 км. В його межах один пласт d<sub>4</sub> потужністю 0,9-2,15 м з промисловими запасами близько 200 млн тонн, кут падіння пласта 2-8 град., Марка вугілля К (коксівне).

Шахтне поле розкрите центрально-здвоєними головним і допоміжним стволами на головній проммайданчику, повітряподавальним і вентиляційними стволами, а також скопово-вентиляційним та повітряподавальним стволами на проммайданчику №2.

Система розробки – довгими стовпами по простяганню і повстанню, схема провітрювання комбінована.

Пласт небезпечний щодо раптових викидів вугілля, породи і газу, за вибухами вугільного пилу. В шахтоуправлінні використовується новітнє обладнання, оснащене потужними приводами, блоками, системою електроніки. Поряд з вітчизняними комбайнами КСП-42 і КСП-43 експлуатується обладнання закордонного виробництва: комбайн компанії JOY (США), комбайни серії MB та конвеєри SZK і PZF (Чехія), високонапірна насосна станція Камато і почвоподдвірочні машини типу EL-160S (Німеччина). Для буріння і установки анкерів застосовуються німецькі агрегати типу BAS, RAMBOR, що забезпечують спільно з технологією спорудження литий смуги зі спеціальної швидкотвердіючої суміші формування комбінованої охоронної системи для повторного використання

виробок. На зміну монорейкові дорогах типу ДМКЛ прийшли чеські надгрунтові і підвісні дизельні локомотиви DLZ-110F, P70. Це дозволило оперативно доставляти гірничошахтне обладнання і матеріали одночасно на очисні, підготовчі та допоміжні ділянки.

З метою забезпечення безпечної технології ведення робіт, проводиться підтримку гірничих виробок шляхом зведення жорстких приштрекових смуг на основі цементно-мінеральної суміші БІ-кріплення.

Підготовка та відпрацювання виїмкових полів проводиться з повним комплексом заходів провітрювання, дегазації і утилізації шахтного газу метану.

Для транспортування гірської маси по магістральних виробках застосовуються стрічкові конвеєри 1Л-120, 2ЛТ-100У, по дільничним очисним – 2ЛТ-100У, по підготовчим – 1Л-100У-01, ЛТП-800. Гірська маса видається на поверхню скіповим підйомом, транспортується по похилих галереях для переробки в концентрат на збагачувальній фабриці з подальшою відвантаженням в залізничні вагони.

### **1.3. Геологія родовища та шахтного поля**

Розміри блоків складають 3,5 x 5,0 км (рис. 1.1). Межами шахтного поля є:

- за підняттям – Криворіжсько-Павлівський скид;
- за падінням – Котлінський насув;
- за простяганням – скид №6 і умовна лінія, що продовжує його до Криворіжсько-Павлівського скиду;
- на півдні – умовна лінія, що проходить через сверловину №2184 і лінія виклинювання пласту до Котлинського насуву.

Розміри шахтного поля: за простяганням – 16 км; за падінням – 6 км.

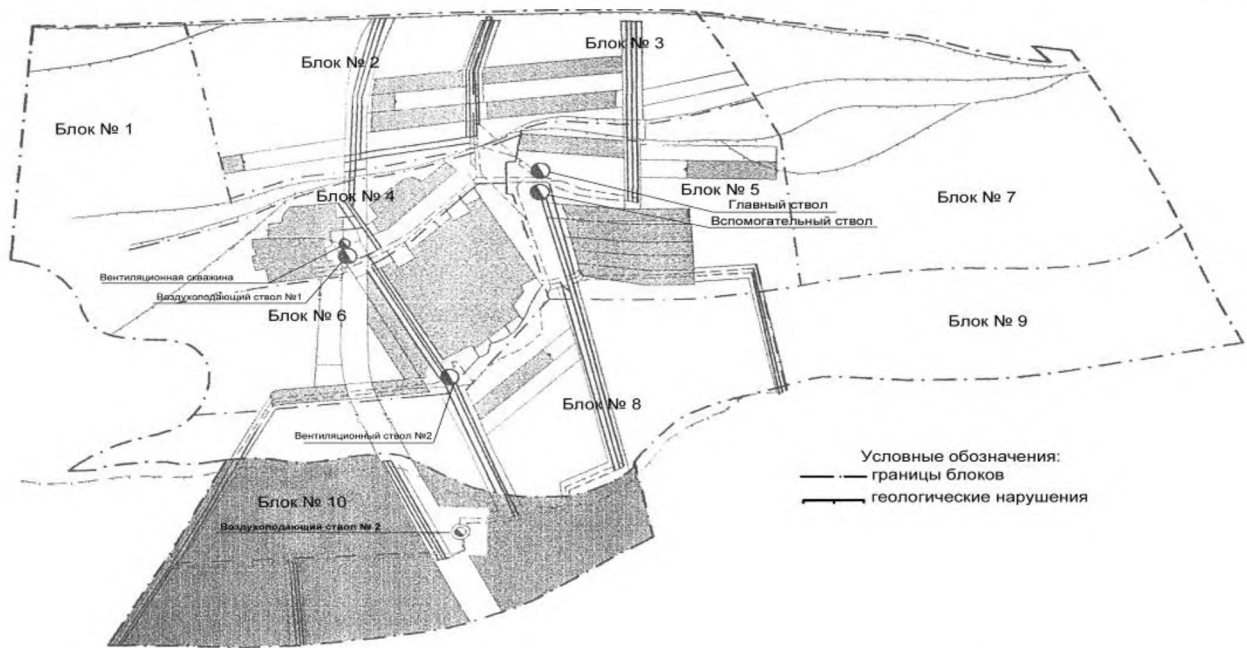


Рис. 1.1. Розбиття шахтного поля «Шахтоуправління «Покровське» на блоки

Поле шахти складено породами свити пластів  $C_1^4$  і  $C_2^0$ , покритими утвореннями третинного і четвертинного віків. Четвертинні відкладення поширені суцільним покривом і представлені суглинками і глинами з вапняними та сланцями. Потужність четвертинних відкладень змінюється в межах від 0 до 59 м, переважно 20 – 30 м. Четвертинні відкладення перекриті ґрунтовим пластом 0,30 – 0,70 м.

Відкладення неогенового віку представлені тонкозернистими пісками від 0 до 38 м, переважно потужністю 15 – 25 м. У нижній частині піски обводнені і здатні до опливання. Вище пісків залягають сарматські суглинки і глини, що іноді переходять у супіски. Потужність сарматських відкладень 4 – 11 м.

Відкладення нижнього карбону свити  $C_1^4$  представлені від вапняку  $D_4$  (Петропавлівського) до вапняку  $E_1$  і складені пластами пісковиків, піщаними і глинистими сланцями, що уміщають вугільні пласти; переважають піщані сланці та пісковики. Вапнякових пластів у ґрунті міститься до 21, вугільних прошарків – до 27. За загальним літологічним характером вся товща досить однотипна. Лише в інтервалі вапняків майже немає вугільних пластів, а в

нижній частині відсутні потужні пісковики. Горизонтами, що маркірують свити, служать вапняки  $D_1$ ,  $D_1^{2H}$ ,  $D_1^{2B}$ ,  $D_1^{5B}$ ,  $D_2$  та  $D_3$ .

Свита  $C_3$  розкрита не цілком і від вапняку  $E_1$  до  $E_2$  представлена піщаними сланцями, рідше глинистими пісковиками, вапняками і вугіллям.

У цій товщі вугільні пропластування малопотужні і невитримані як за потужністю, так і за поширенням. Переважають піщані породи – піщані сланці і пісковики.

У тектонічному відношенні поле шахти розташоване в центральній частині геологічно-промислового району між Котлинським насувом на сході і Криворізько-Павловським скидом на заході. Площа ділянки являє собою дуже полого антиклінальну складку, витягнуту вздовж Криворізько-Павловського скиду майже в меридіанному напрямку. Внаслідок підняття і занурення складки антикліналей розпадаються на більш дрібні куполоподібні структури.

Зони дрібнення чи насувів скидів часто складаються із серії дрібних зсувів, площини скидів яких мають різне падіння під різними кутами. Дрібні тектонічні порушення послаблюють стійкість покрівлі і подошви, сприяють засміченню вугілля побічними породами.

Промислова вугленосність на полі шахти пов'язана з відкладеннями свит  $C_1^4$  та  $C_1^5$  нижнього карбону. З 27 вугільних пропластунів, що знаходяться в цьому полі, тільки один пласт  $d_4$  має витриману робочу потужність. На окремих незначних ділянках робочої потужності досягає пласт  $d_6^1$  (невитриманий). Потужність інших пластів не перевищує 0,40 м.

Пласт  $d_4$  характеризується простою і складною будовою. Загальна потужність пласту коливається від 0,75 до 1,90 м, рідко до 2,00 м. Зменшення потужності пласту відбувається в північному напрямку поступово, у південному – різко. Характерна потужність пласту для північної половини поля – 0,90 м, для південної – 1,50 м. Проста будова пласта відзначається в північно-східній частині шахтного поля. Потужність вугільної пачки тут змінюються від 0,75 до 1,60 м.

У західній і південній частинах поля пласт складається з двох пачок. Потужність верхньої пачки змінюється від 1,00 м до 1,40 м, нижньої – від 0,05 до 0,55 м. На окремих ділянках кількість глинистих пропластувань настільки велика, що нижня пачка через високу зольність втрачає промислове значення. Місцями потужність окремих прошарків сланцю зростає від 0,03 до 0,04 м, розщеплюючи пласт на дві, рідше на три і чотири вугільні пачки: верхню потужністю 0,55 – 1,65 м, середню – 0,10 – 0,20 м і нижню – 0,10 – 0,35 м. У західній частині поля також спостерігаються різкі коливання не тільки потужності, але й будови пласту на досить коротких відстанях (300 – 500 м). Потужність пласту змінюється від 0,80 – 0,90 м до 1,90 – 2,00 м, будова – від простого до складного: двох-, трьох- і чотирьох-пачкового.

Пласт  $d_1^6$  залягає на 220 – 230 м вище пласта  $d_4$ . Робочої потужності пласт досягає на невеликих відособлених площах і промислового значення не має.

Вугілля пласту  $d_4$  є коксівним, марки ГЖ і частково ОС. На всій площі поля вугілля містить мало сірки, в середньому 0,8%. Зольність пласту коливається і поступово збільшується від центру до периферії.

Збагачуваність вугілля на площі шахтного поля неоднакова. У західній та південно-західній частинах, де пласт складається з різних за якістю пачок, зольність вугілля коливається від 16 до 29%.

За даними досліджень, вугілля має важку і дуже важку збагачуваність. У центральній частині поля, де вугілля пласту однорідне, а його зольність не перевищує 8%, збагачуваність вугілля легка. Вугілля шахти є коштовною сировиною для коксування.

Підземні води на полі шахти відносяться до відкладень кам'яновугільного, четвертинного та неогенового віків. Води сильно мінералізовані (сухий залишок складає 4 – 5 г/л), тверді (загальна твердість складає 25 – 32 ммоль/дм<sup>3</sup>). За даними геологічного висновку очікуваний водоприток у шахту складе 400 м<sup>3</sup>/год. при повному розвитку гірничих робіт.

Гідрогеологічні умови пласта  $d_4$  в цілому складні. При цьому найбільш тривалі водопитоки, як показали спостереження, будуть з пісковиків.

За хімічним складом підземні води відносяться до хлорид-сульфатно-кальцієвого типу з мінералізацією 1,9 – 3,3 г/л, лужні і слаболужні з рН-8, 3,5-7,7. Загальна твердість змінюється від 20 до 32,94 ммоль/дм<sup>3</sup>. Усі води спінюються і при кип'ятінні відкладають велику кількість осаду.

#### **1.4. Характеристика вугільних пластів та порід, що їх вміщують**

Шахта розробляє один вугільний пласт  $d_4$ .

Породами, що вміщують вугільний пласт, служать пісковики, алевроліти й аргіліти. За ступенем стійкості пісковики змінюються від стійких до малостійких, алевроліти – від малостійких до нестійких, аргіліти – нестійкі. При потужності до 0,5 м алевроліти й аргіліти характеризуються як досить нестійкі, схильні до утворення «хибної» покрівлі.

У зонах тектонічних порушень і підвищеної тріщинуватості можливі вивали порід покрівлі висотою до 4...6 м. Основні відомості про пласт та його бокові породи, що розробляє шахта, наведено у табл. 1.1 і табл. 1.2.

Межові значення фізико-хімічних властивостей порід покрівлі та подошви пласта  $d_4$  наведені в табл. 1.3.

Шахта віднесена до небезпечної за раптовими викидами.

Абсолютна метановість шахти за обліком каптуємого метану становить 279,0 м<sup>3</sup>/хв., відносна – 32,0 м<sup>3</sup>/т. Вугільний пласт характеризується високою метаноносністю, що досягає на горизонті 708 м 30,3...30...30,6 м<sup>3</sup>/т с.б.м.

Вугільний пласт  $d_4$  нижче ізогіпси мінус 521,2 м є небезпечним за раптовими викидами вугілля й газу, вище відноситься до відносно небезпечних. Пласт  $d_4$  небезпечний за вибуховістю вугільного пилу, вугілля пласта не схильне до самозаймання.

За геологічною будовою, витриманістю потужності й морфологією вугільного пласта родовище віднесене до II групи складності.



Таблиця 1.1

Основні параметри пласта  $d_4$ 

Найменування показника	Пласт $d_4$
Потужність пласта, м	$\frac{0.6 - 2.70}{1.28}$
Будова пласта	проста, складна
Кут падіння, град	2 – 6
Марка вугілля	К
Щільність вугілля, т/м <sup>3</sup>	1,33 – 1,35
Природна зольність, %	$\frac{2.7 - 39.6}{17.1}$
Газоносність, м <sup>3</sup> /т.с.б.м.	10-20
Виділення пилу, г/т	12
Схильність пилу до вибухів	схильний
Вміст вологи, %	$\frac{0.5 - 3.1}{1.2}$
Вміст сірки, %	$\frac{0.4 - 2.9}{0.9}$
Вихід летючих, %	$\frac{23.8 - 41.3}{29.0}$
Теплота згорання, ккал/кг	8150-8350
Міцність вугілля	1,5
Схильність до самозаймання	ні, окрім зон геологічних порушень
Небезпечність за раптовими викидами вугілля та газу	вище ізогіпси 593 м – загрожуємий по викидам, нижче – небезпечний
Небезпечність за гірничими ударами	безпечний

Таблиця 1.2

Характеристика порід, що вміщують пласт  $d_4$ 

Назва категорії порід	Потужність шару, м	Тимчасова міцність на стиск, МПа	Тип стійкості або повалюємості порід, що вміщують вугільний пласт	% учас ті
пісковик	1,7...27...27,8	<u>27...215</u> 78	важкоповалюємий, середньоповалюємий	65
алевроліт	1,0...17...17,0	<u>12...151</u> 50	середньоповалюємий	30
аргіліт	1,5...11...11,7	<u>20...68</u> 34	середньоповалюємий	4
вапняк	до 0,5	<u>154...164</u> 159	досить важкоповалюємий	1
пісковик	0,4...27...27,8	<u>14...133</u> 63	середньої стійкості, малостійкий	45
алевроліт	0,1...17...17,0	<u>15...95</u> 51	середньої стійкості, малостійкий до досить нестійкого	54
аргіліт	0,1...11...11,7	<u>20...30</u> 25	нестійкий, досить нестійкий	1
пісковик	0,8...33...33,5	<u>23...143</u> 62	стійкий	45
алевроліт	0,1...20...20,9	<u>10...94</u> 40	середньої стійкості, нестійкий	50
аргіліт	0,1...1...1,7	<u>8...34</u> 25	середньої стійкості, нестійкий	5

## 1.5. Вибір споруджуваного об'єкту

В якості об'єкта будівництва була прийнята протяжна похила магістральна виробка, а саме уклон блоку №10 «ШУ «Покровське» в місцях впливу підвищеного гірського тиску.

Вибір об'єкту будівництва обумовлено тим, що блок №10 «ШУ «Покровське» є досить цікавим через наявність низки особливостей геологічної будови пласта  $d_4$ , які значно погіршують ведення гірничих робіт та підтримку виробок. При цьому траса уклону буде не тільки перетинати місця впливу геологічних порушень, але й буде проходитись на різних глибинах.

### Висновки за розділом 1

За розділом 1 зроблено наступні висновки:

В розділі дана загальна характеристика базового підприємства, гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови, дані щодо розкриття, підготовки та системи розробки шахтного поля, тощо. Обрано об'єкт будівництва.

Аналіз гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов підготовки та відпрацювання запасів на «ШУ «Покровське» свідчить про наявність низки особливостей геологічної будови пласта  $d_4$ , які значно погіршують ведення гірничих робіт та підтримку виробок.

Одними з найбільш суттєвих особливостей для умов блоку №10 є велика кількість мілкоамплітудних геологічних порушень, які заздалегідь неможливо виявити і урахувати відповідними заходами, та наявність значного водопритоку, що негативно впливає не тільки на стан порід але й на експлуатаційний стан виробок.

В якості об'єкта будівництва була прийнята протяжна похила магістральна виробка, а саме уклон блоку №10 «ШУ «Покровське» в місцях впливу підвищеного гірського тиску.

## РОЗДІЛ 2. ВСТАНОВЛЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ НАВКОЛО ВИРОБКИ

### 2.1. Загальні положення

Збільшення глибини розробки вугільних пластів неминуче призводить до зростання гравітаційної складової гірського тиску. В сукупності з гірничо-геологічними умовами, які нелінійно погіршуються з глибиною та зростанням швидкості відпрацювання підготовлених до виїмки запасів, з'являються всі передумови, які призводять до того, що стійкість не тільки підготовчих але й капітальних виробок суттєво знижується.

Традиційні технології забезпечення стійкості таких виробок не забезпечують певного рівня технічних характеристик, що свідчить про їх невідповідність необхідним умовам роботи в конкретній гірничо-геологічній ситуації. Це призводить до того, що експлуатаційні витрати, необхідні для підтримки виробок в робочому стані у відповідності до правил безпеки та експлуатації, сягають витрат на проведення виробки, а часом навіть перевищують їх. Така тенденція особливо характерна для виробок з тривалим строком служби.

Базою для обґрунтування ефективного способу забезпечення стійкості гірничих виробок з тривалим строком служби проведених у складних гірничо-геологічних умовах має бути встановлення закономірностей геомеханічних процесів, що протікають в межах виробки та їх впливу на стан цієї виробки.

Слід відзначити, що процеси формування системи «кріплення-масив» мають свою специфіку. Найбільший вплив на розвиток системи мають відносно великі розміри перерізу виробки, наявність примикаючих виробок різного призначення, значний термін експлуатації, тощо. Також одним з суттєвих моментів є те, що процес формування опорного тиску навколо виробки проходить поза зоною впливу очисних робіт, але з часом така виробка може опинитися в цій зоні, тим самим викликав зміни в системі рівноваги. Ці

особливості обумовили складність математичного моделювання геомеханічних процесів породного масиву та розвиток різноманітних гіпотез відносно формування та реалізації гірського тиску в протяжних гірничих виробках з тривалим строком служби.

Рішення задач про напружено-деформований стан породного масиву в межах протяжної виробки можливо досягти шляхом використання методів механіки суцільного середовища, механіки дискретного середовища, на основі експериментально-аналітичних методів, що використовують закономірності, отримані експериментальним шляхом в поєднанні з аналітичними рішеннями, тощо. Вибір методу розрахунку встановлюється прийнятою гіпотезою гірського тиску та відповідною моделлю середовища.

## **2.2. Методологія**

Розробка заходів, що спрямовані на забезпечення стійкості капітальних гірничих виробок, є складною науково-технічною задачею, для рішення якої потрібно використовувати комплексний підхід, включно і з проведенням математичного моделювання та визначення за допомогою чисельних методів параметрів кріплення виробки.

Велика різноманітність існуючих методів розрахунку напружено-деформованого стану, дає змогу використати такий, що при оптимальних витратах часу, мінімальних припущеннях та спрощеннях дозволить максимально адекватно відображати процеси, що протікають в породному масиві навколо гірничої виробки. Існує велика база робіт, що пов'язані з використанням класичних моделей стосовно до задач геомеханіки [4, 5, 6, ті ін.].

Аналітичні методи більш точні при описанні механічних процесів у породному масиві та конструкціях. В якості аналітичних методів дослідження механічних процесів у породному масиві найбільш широко використовуються методи механіки суцільного середовища: механіки твердого тіла (теорії

пружності, теорії пластичності, теорії повзучості, статистичні методи), механіки сипучих, грузлих і рідких тіл, а також методи будівельної механіки.

При встановленні шляхів забезпечення тривалої стійкості проектуємих гірничих виробок у відповідності до конкретних гірничо-геологічних умов можливо, використовуючи сучасні методи моделювання геомеханічних процесів.

Серед чисельних методів для рішення поставлених задач найбільш гнучким з усіх відомих, є методи чисельного моделювання, засновані на використанні методу скінченних елементів (МСЕ) [7, 8, 9, 10].

Сучасний ринок надає досить велику кількість подібного роду програмних продуктів: «Solid-works», «Cosmos», «Phase 2», «Flak» та ін. Крім того, є менш відомі авторські програми, які в повній мірі заслуговують уваги [11, 12, 13, 14].

Слід зазначити, що для вимірювання геомеханічних процесів підходять не всі програмні продукти, а тільки ті з них, в основу яких закладені можливості для рішення пружно-пластичних задач, заснованих на використанні умов міцності, що підходять для описання процесів руйнування крихких гірських порід в умовах дилатансії [15, 16]. Таким умовам відповідають перш за все програмні продукти «Phase 2», «Undeground-2». Останній продукт особливо ефективний у випадку моделювання процесу здимання порід підшоши.

Основні положення МСЕ сформульовані в роботі [17].

Використання МСЕ для рішення задач механіки гірських порід викладено в роботах Амосіна Б.З., Фадєєва А.Б., Єржанова Ж.С. та Каримбаєва Т.Д. Значний перелік робіт, в яких використовуються ідеї МСЕ, знаходяться в роботі [18].

### **2.3. Алгоритм дослідження системи «кріплення-масив» капітальної гірничої виробки**

Закономірності деформування кріплення гірничих виробок значною мірою відображають зміни їх стану по мірі ведення гірничих робіт та процесу експлуатації в цілому. Однак більш повне уявлення про взаємодію системи «кріплення-масив» можливо отримати, лише дослідив НДС породного масиву навколо виробки.

Математична модель деформування породного середовища навколо місцевих порушень суцільності повинна відображати основні явища, що виникають внаслідок виникнення концентрацій напружень та можливої зміни фізико-механічних властивостей оточуючого матеріалу.

Основою моделювання геомеханічного стану породного масиву є встановлення компонентів НДС породного середовища, як суцільного твердого тіла що деформується, а саме: компонентів тензора напружень, відносних деформацій та переміщень. Власне оцінка стану масиву відбувається на основі того чи іншого критерію, що витікає з прийнятої теорії міцності.

В даній роботі для встановлення НДС породного масиву навколо виробки використовується ефективний чисельний метод скінчених елементів (МСЕ). Стосовно задач механіки гірських порід МСЕ дає змогу врахувати структурні особливості масиву, такі як неоднорідність, тріщинуватість, шаруватість, тощо.

Область масиву що досліджується віртуально розбивається на підобласті, що називаються скінченими елементами. Ці елементи з'єднані один з одним в дискретну модель в окремих точках, що називаються вузлами. Скінчені елементи мають досить просту форму, для якої легко записуються співвідношення механіки суцільного середовища (рівняння рівноваги, суцільності середовища, співвідношення між напруженнями та деформаціями). Об'єднання елементів в систему відбувається на основі варіаційних принципів механіки. В завершеному вигляді НДС масиву може

бути відображений алгебраїчними співвідношеннями між компонентами сил та компонентами переміщень через коефіцієнти жорсткості, і задача зведеться до системи лінійних рівнянь відносно зміщень вузлів скінченоелементної сітки, яка може бути записана в матричній формі:

$$[K_e]\{\delta_e\} = \{F_e\}$$

де  $[K_e]$  – матриця жорсткості з постійними коефіцієнтами, що залежать від матеріалу та форми елемента;  $\{\delta_e\}$  – вектор, складові якого є вузловими переміщеннями елемента;  $\{F_e\}$  – вектор, складові якого є вузловими силами.

Стосовно до рішень задач про протяжну гірничу виробку, область досліджень являє собою переріз виробки, перпендикулярно її осі і розбивається на плоскі трикутні або чотирикутні елементи одиничної товщини  $h$ , що взаємодіють між собою через точки дотику – вузли. В межах кожного скінченого елемента масив спочатку вважається однорідним та пружним.

Всі види навантажень, що діють на область досліджень та формують в ній певний НДС, зводяться до статичних еквівалентних сил, що прикладені у вузлах. На зовнішньому контурі області масиву що досліджується і на контурі виробки задаються поверхневі сили  $F_n$ , які у випадку відсутності поверхневих навантажень дорівнюють нулю, а переміщення вузлових точок контуру невідомі. Блок-схема програми, що реалізує метод скінчених елементів наведена на рис. 2.1.

Вихідні данні включають: кількість скінчених елементів, на які розбивається область досліджень; загальна кількість вузлів що утворюються при цьому розбитті та координати цих вузлів; кількість типів елементів з різними фізико-механічними властивостями; значення фізико-механічних властивостей для кожної групи елементів.

Результатом розрахунків є значення напружень, деформацій та переміщень у вузлах скінченоелементної сітки та в центрі ваги елементів.



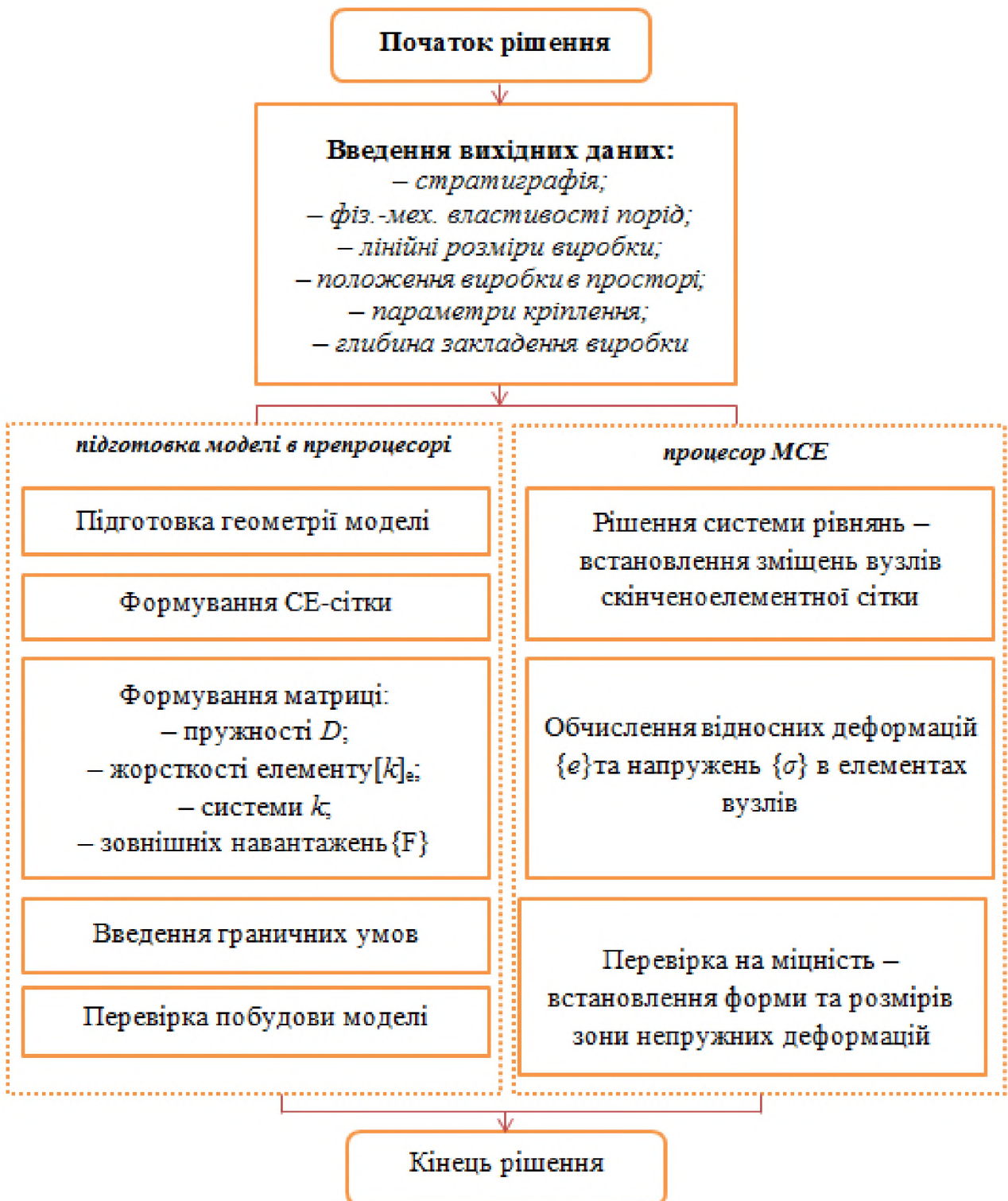


Рис. 2.1. Блок-схема програми, що реалізує МСЕ

Реалізація МСЕ в даній роботі виконується за допомогою ліцензійної програми Phase 2. Розрахунки виконувались для декількох розрахункових схем, що розроблені з урахуванням особливостей гірничо-геологічних умов залягання вугільного пласта по трасі уклону блоку №10 «ШУ «Покровське».

#### 2.4. Критерій оцінки стану порід

В якості критерію оцінки стану порід використовувався узагальнений емпіричний критерій Хоека-Брауна, який покладено в базу програми Phase 2.

Правомірність використання саме такого критерію стосовно задач геомеханіки доведена в роботах Шашенко О.М., Сдвижкової О.О., Солодянкіна О.В., Гапєєва С.М. та інших вчених, а проведені раніше співставлення з найбільш поширеними критеріями – Баландіна і Кулона-Мора свідчать про високу достовірність отриманих результатів, особливо при оцінці стану слабких та пластичних порід.

Крім того, однією з переваг даного критерію є його універсальність, яка полягає у введенні в його структуру ідеї «непорушеного» та «порушеного» масиву порід, що при дослідженні вкрай неоднорідного середовища, зокрема при моделюванні послаблених порід в місці геологічних порушень, дає змогу отримувати результати з високим ступенем достовірності.

Відповідно до критерію Хоека-Брауна руйнування породного середовища в структурному елементі має місце при виконанні умови:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + R_c \left( m_b \frac{\sigma_3}{R_c} + s \right)^a, \quad (2.1)$$

де  $\sigma_1$  і  $\sigma_3$  – максимальне та мінімальне діюче напруження,  $R_c$  – середнє значення межі міцності на стиск породних зразків,  $m_b$  – константа, що враховує генезис та стан (якість) породного масиву,  $s$  і  $a$  – константи.

Для непорушеного масиву залежність (2.1) має вигляд:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + R_c \left( m_i \frac{\sigma_3}{R_c} + 1 \right)^{0,5}. \quad (2.2)$$

де  $m_i$  – константа, яка враховує тільки генезис і текстуру порід ( $4 \leq m_i \leq 33$ ).  
Більша величина  $m_i$  відповідає крихким породам, менша – пластичним.

Для порушеного породного масиву константа  $m_b$  встановлюється наступним чином:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right). \quad (2.3)$$

Тут  $GSI$  (Geological Strength Index) – параметр, що враховує геологічні особливості масиву, зокрема його структуру та наявність тріщин ( $5 \leq GSI \leq 100$ ).

Безпосередньо сам параметр  $GSI$  в певній мірі є аналогічним відомому параметру Бенявського З.Т. –  $RMR$  (Rock Mass Rating).

Для породного масиву «гарної» якості ( $GSI > 25$ ) маємо:

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9}\right), \quad a = 0,5. \quad (2.4)$$

Для породного масиву «поганої» якості ( $GSI < 25$ ):

$$s = 0, \quad a = 0,65 - \frac{GSI}{200}. \quad (2.5)$$

З метою плавного переходу від міцних порід («гарної якості») до дуже слабких («поганої якості») введено до розгляду додатковий параметр  $D$ , що

враховує порушеність породного масиву, наприклад внаслідок ведення вибухових робіт. З урахуванням параметру  $D$  – «disturbance factor», константи  $m_b$ ,  $s$ ,  $a$  встановлюються наступним співвідношенням:

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \left( e^{-GSI/15} - e^{-20/3} \right), \quad (2.6)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right), \quad (2.7)$$

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right). \quad (2.8)$$

Параметр  $D$  приймає значення від 0 для непорушеної породи до 1 для сильно порушеної породи. Чисельні значення  $GSI$  і  $D$  вибираються з таблиць, наведених авторами [19] на базі візуального обстеження порід «insitu» і висновку про їх якість та ступінь порушеності.

## **2.5. Оцінка стану породного масиву на основі «базової» розрахункової схеми**

Розрахункова схема задачі та скінчено-елементна сітка наведені на рис. 2.1. Розглядався плоский переріз уклону, перпендикулярний його повздовжній осі. В «базовій» моделі шари вугілля та вміщуючих порід змодельовані відповідно стратиграфічної колонки для типової геологічної ситуації. Фізико-механічні характеристики вугілля та вміщуючих порід наведені в розділі 1, основні в табл. 2.1.

В даній задачі задано початкове поле напружень, що відповідає природному полю напружень недоторканого масиву на глибині 850 м.

Вертикальні  $(\sigma_y)_0$  і горизонтальні  $(\sigma_x)_0$  напруження недоторканого масиву визначаються за формулами:

$$(\sigma_y)_0 = \gamma H; (\sigma_x)_0 = \lambda \gamma H$$

де  $H$  – глибина розміщення виробки, м,  $\gamma$  – вага порід,  $\text{кН/м}^3$ ,  $\lambda$  – коефіцієнт бічного розпору.

З урахуванням глибини закладення виробки  $H = 850$  м і середній вазі  $23,5$   $\text{кПа}$  отримаємо вертикальне напруження недоторканого масиву  $(\sigma_y)_0 = 20$   $\text{МПа}$ . З урахуванням відносно великої глибини проведення виробки можна вважати стан масиву гідростатичним і прийняти коефіцієнт бічного розпору  $\lambda$  рівним 1. Тоді,  $(\sigma_x)_0 = (\sigma_y)_0$  буде дорівнювати  $20$   $\text{МПа}$ .

Таблиця 2.1

Основні фізико-механічні характеристики вугілля та вміщуючих порід за даними геологічної служби

№	Назва характеристики	Вугілля	Алевроліт	Пісковик
1	Модуль пружності (Юнга), МПа	4100	5300	11000
2	Коефіцієнт Пуассона	0.26	0.28	0.25
3	Міцність на стиск, МПа	13.5	44	62

На першому етапі для оцінки стану масиву моделюється незакріплена виробка. Рішення задачі виконувалось в пружно-пластичній постановці. В області, де напруження перевищують межу пружності, відбувається ітераційна процедура «перемінних модулів».

Результатом рішення є компоненти повного тензору напружень, деформацій та зміщень в кожній точці масиву.

З точки зору оцінки стійкості найбільш інформативними є повні зміщення породного контуру, а також розміри зони непружних деформацій навколо виробки.

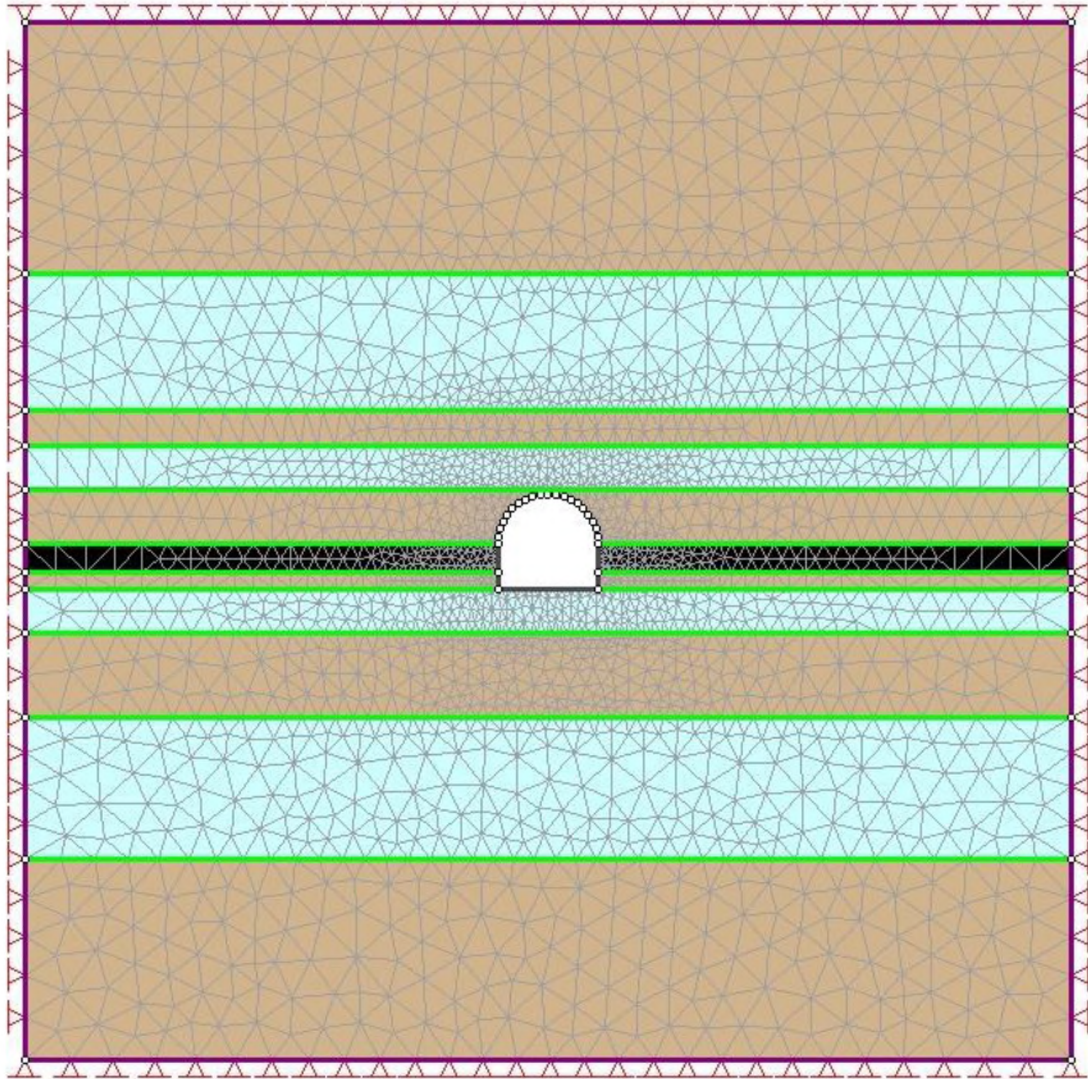


Рис. 2.2. Розрахункова схема для нормальних умов закладення незакріпленої виробки

В програмі Phase 2 передбачена модифікація критерію Хоека-Брауна стосовно до оцінки двох видів руйнування в точці: у вигляді зсуву по площині сковзання та розтягування.

Елементи, в яких реалізовано руйнування у вигляді зсуву, відмічені символом “х”, у вигляді розтягування – символом “о”.

На рис. 2.3 показана зона руйнування масиву порід навколо виробки. В елементах, що розміщені безпосередньо біля контуру виробки має місце руйнування обох видів.

Опції програми дозволяють виділити також елементи, в яких напруження перевищують межу пружності та показати розподілення коефіцієнту «перенапруження» (рис. 2.4).

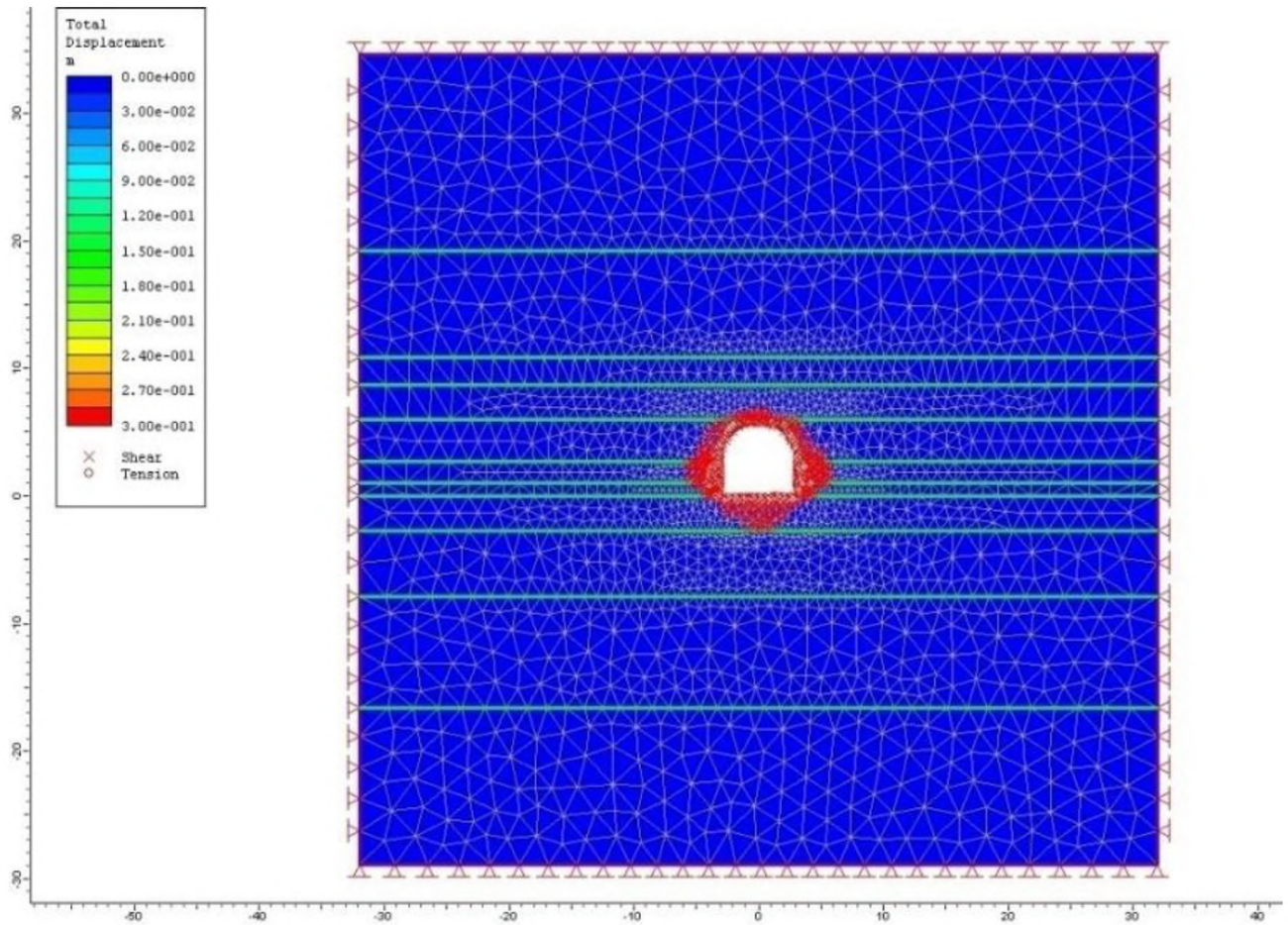


Рис 2.3. Зона руйнацій навколо незакріпленої виробки

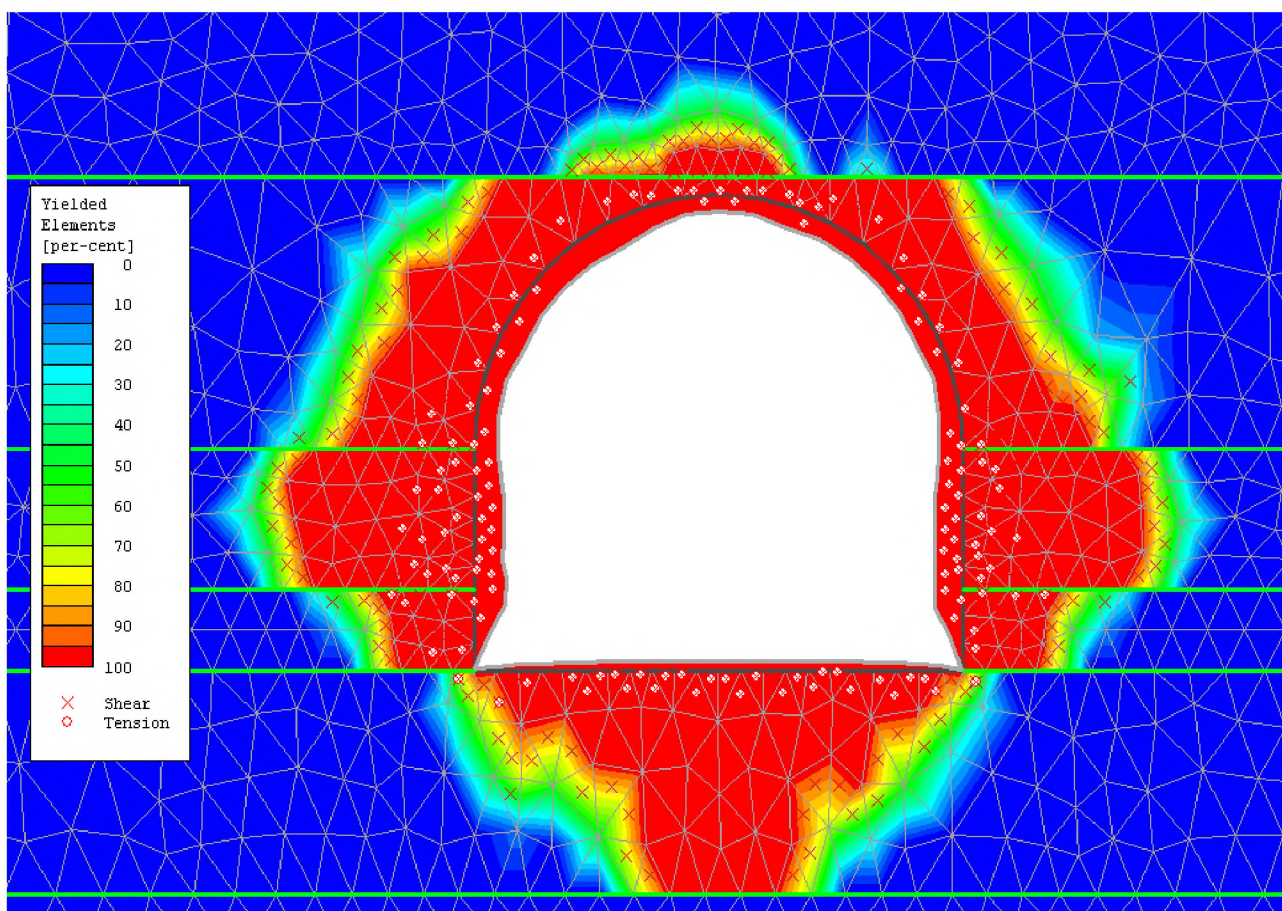


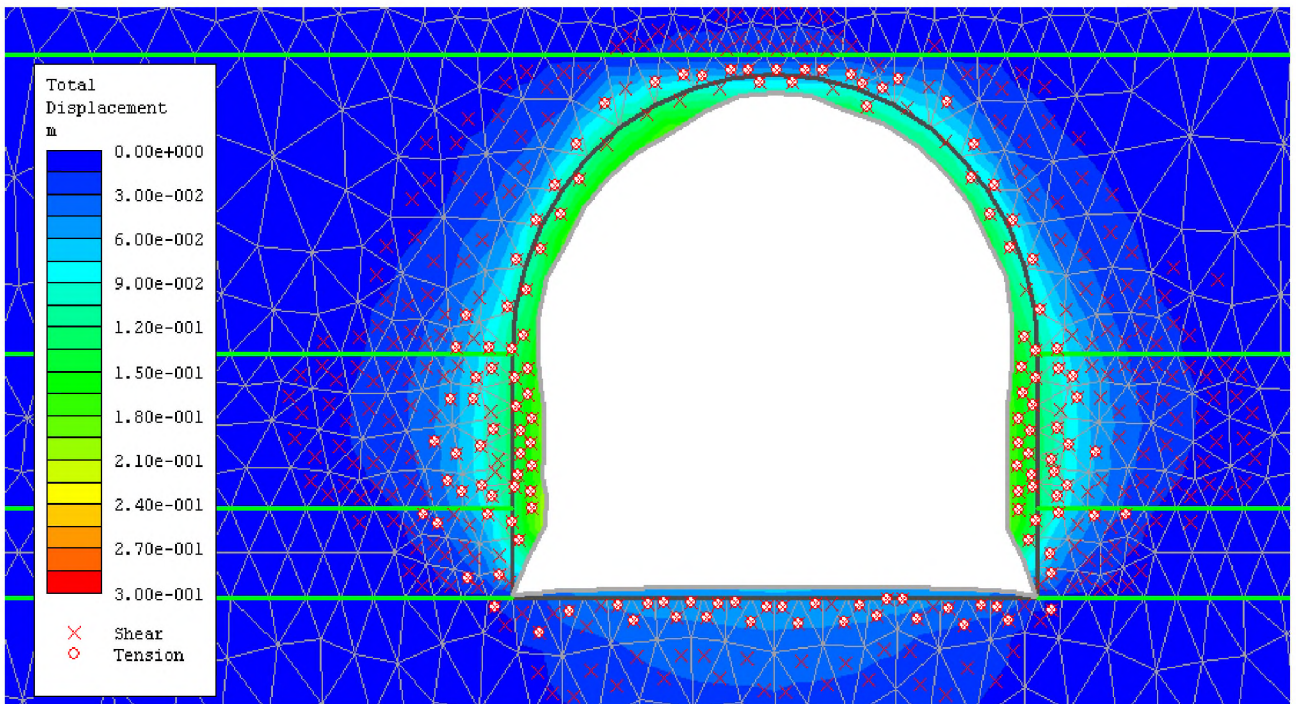
Рис. 2.4. Розподілення коефіцієнту «перенапруження» навколо незакріпленої виробки та характер деформування контуру виробки

Зони «перенапруженості» та зони, де реалізуються обидва види руйнування практично співпадають і дають, по суті, розмір області, де породи перейшли в інший якісний стан, відмінний від вихідного. В подальшому будемо називати її зоною руйнування.

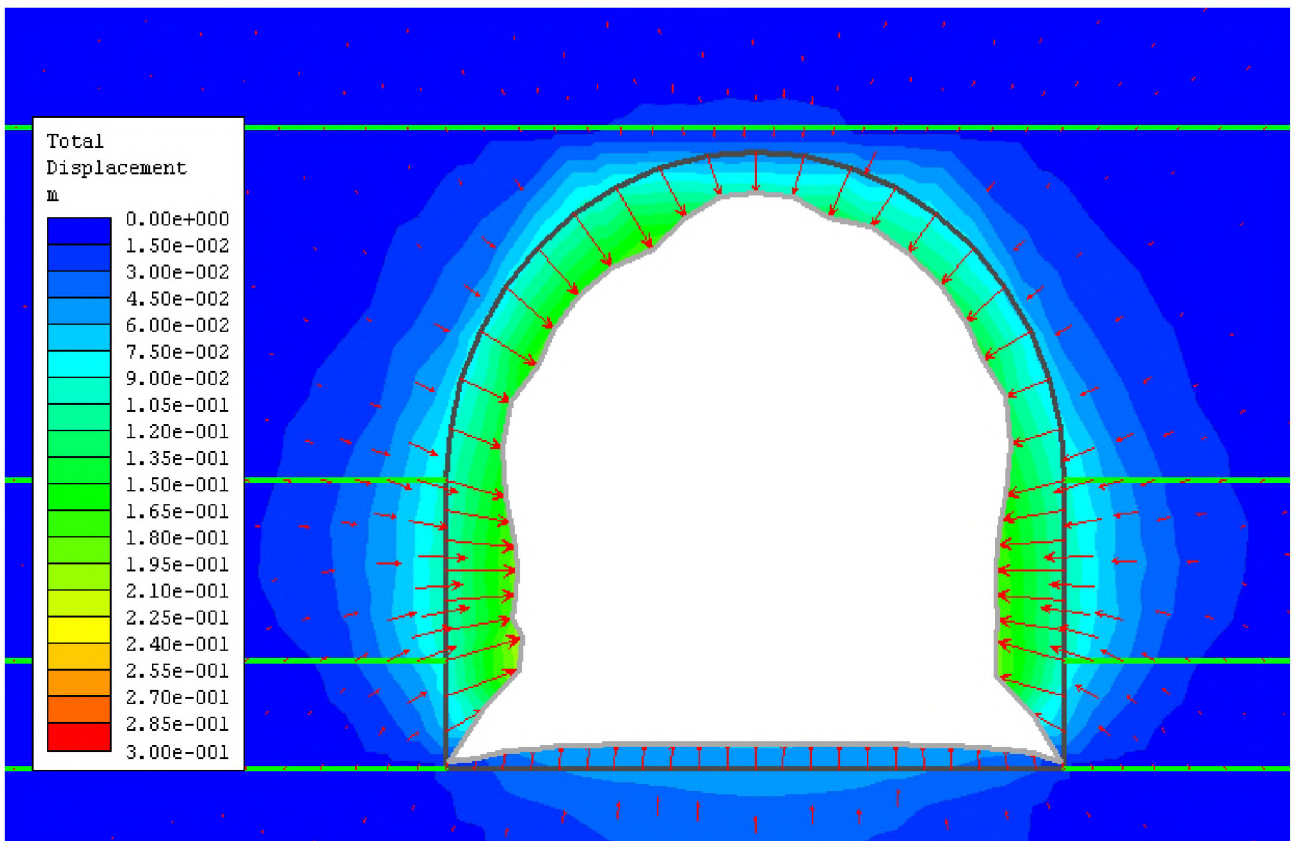
Найбільший лінійний розмір зони руйнацій в боках виробки складає 1,5 м, в підшві – 1,7 м. В покрівлі розмір руйнацій менш значимий, що обумовлено арковою формою оголення і наявністю досить міцного пісковика.

При умові, що пісковик в підшві і покрівлі не обводнений і не тріщинуватий зміщення контуру виробки складе: 10...18 см, в підшві – 5...6 см. В боках виробки, де залягає пластичний і більш слабкий алевроліт зміщення сягають 21 см (рис. 2.5 та рис. 2.6).





a)



б)

Рис. 2.5. Зміщення контуру незакріпленої виробки:  
а) деформований контур виробки; б) напрям вектора переміщень

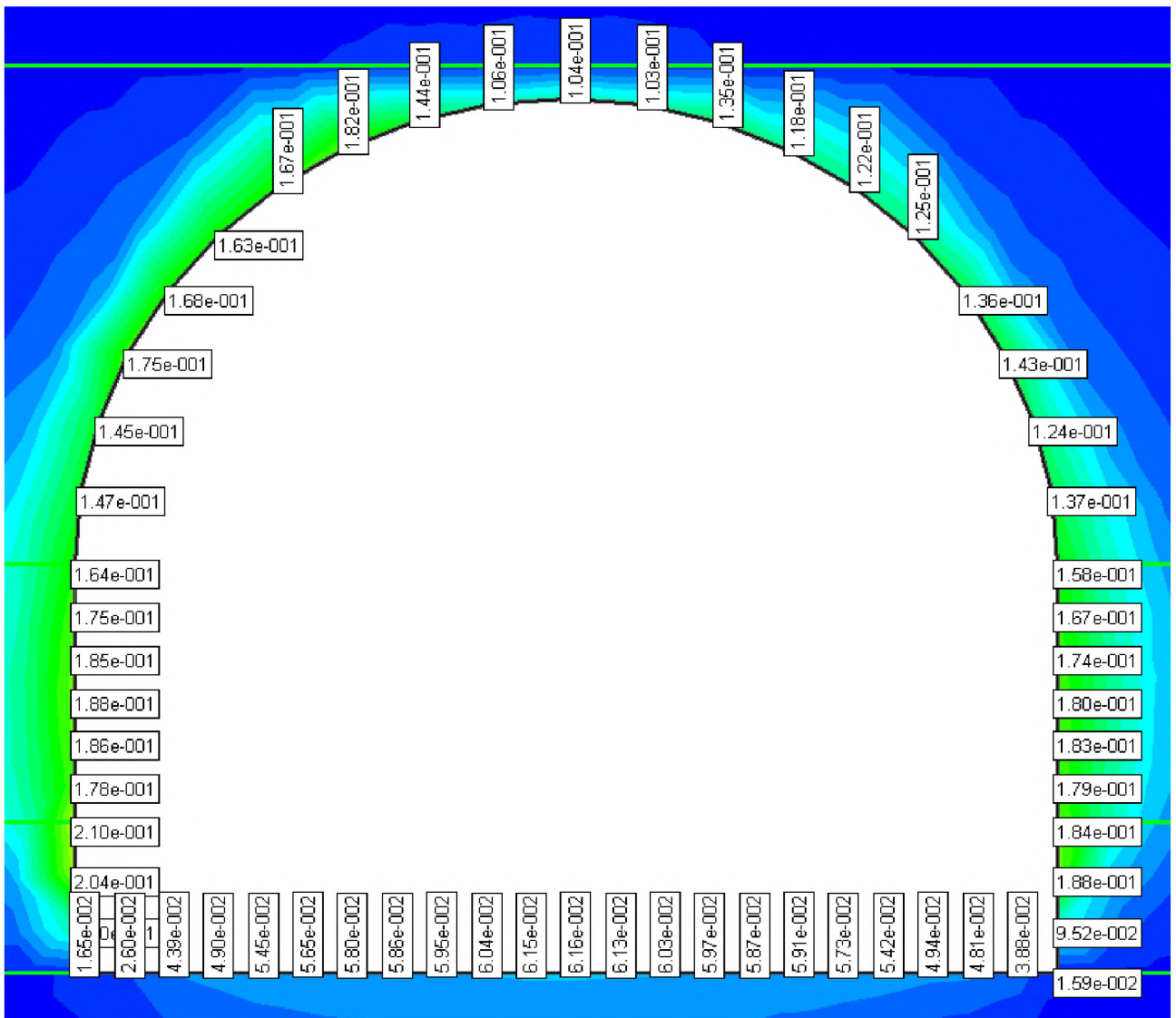


Рис. 2.6. Значення зміщень незакріпленої виробки («базовий» варіант)

Наступним етапом розрахунків було моделювання для «базового» варіанту елементів кріплення: анкерного, рамно-анкерного, кільцевого, тощо.

### *Моделювання анкерного кріплення.*

На рис. 2.7 показана розрахункова схема, що передбачає згідно паспорта кріплення наявність 8 анкерів довжиною 2,4 м.

Моделювання анкера, який закріплюється по всій довжині за допомогою програми Phase 2 відбувається відповідно до того, як він перетинає загальну скінчено-елементну сітку, тобто елементи анкерного кріплення задаються незалежно один від одного. Тим не менш, хоча сусідні елементи безпосередньо не впливають один на одного, їх загальна робота обумовлена

спільною взаємодією всіх елементів анкера. При цьому якщо довжина елемента анкера  $L_e$  при площі поперечного перерізу  $AE$  збільшується на величину  $\Delta u_e$ , зусилля що реалізуються в анкері (діюча сила  $F_e$ ) будуть складати:

$$F_e = \frac{AE}{L_e} \Delta u_e$$

За умови, коли осьове зусилля сягне межі текучості матеріалу ( $F_{yield}$ ), зусилля в ньому будуть вважатися рівними остаточній несучій здатності  $F_{res}$ .

Як видно з рис. 2.8 при «базовому» варіанті гірничо-геологічних умов замкова частина анкера розміщена поза зоною руйнування, що обумовлює їх функціональність.

Наявність анкерів дозволяє зменшити переміщення в тій частині контуру, де вони встановлені (рис. 2.9).

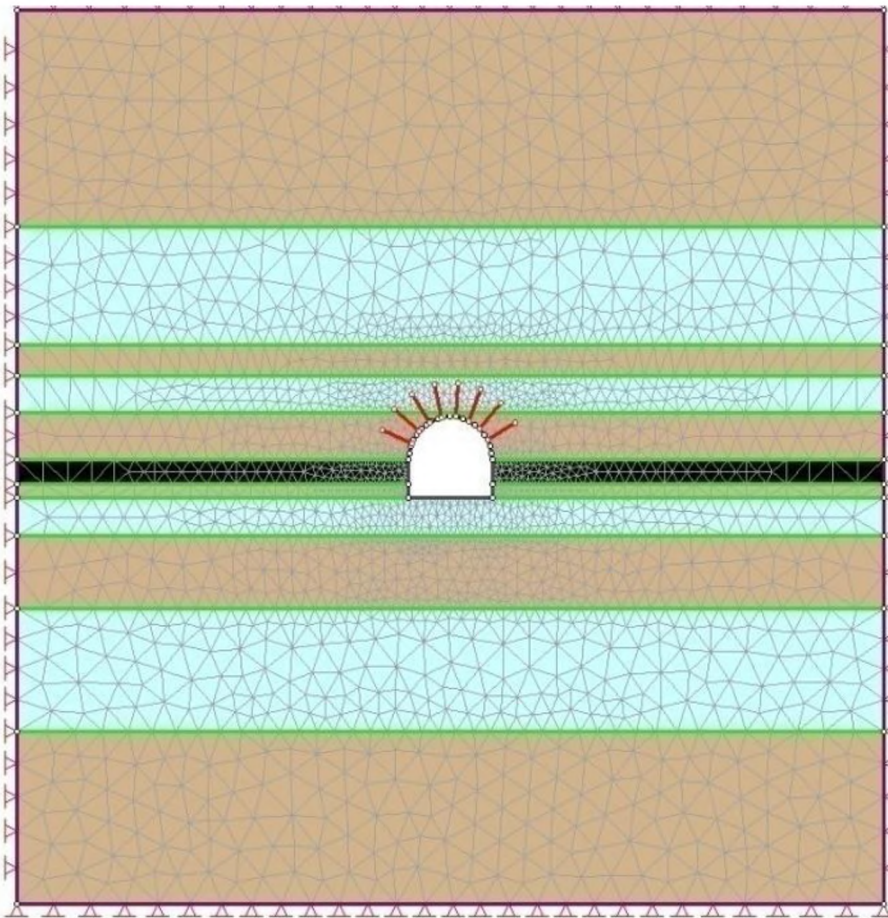


Рис. 2.7. Розрахункова схема виробки, що закріплена 8 анкерами («базовий варіант»)

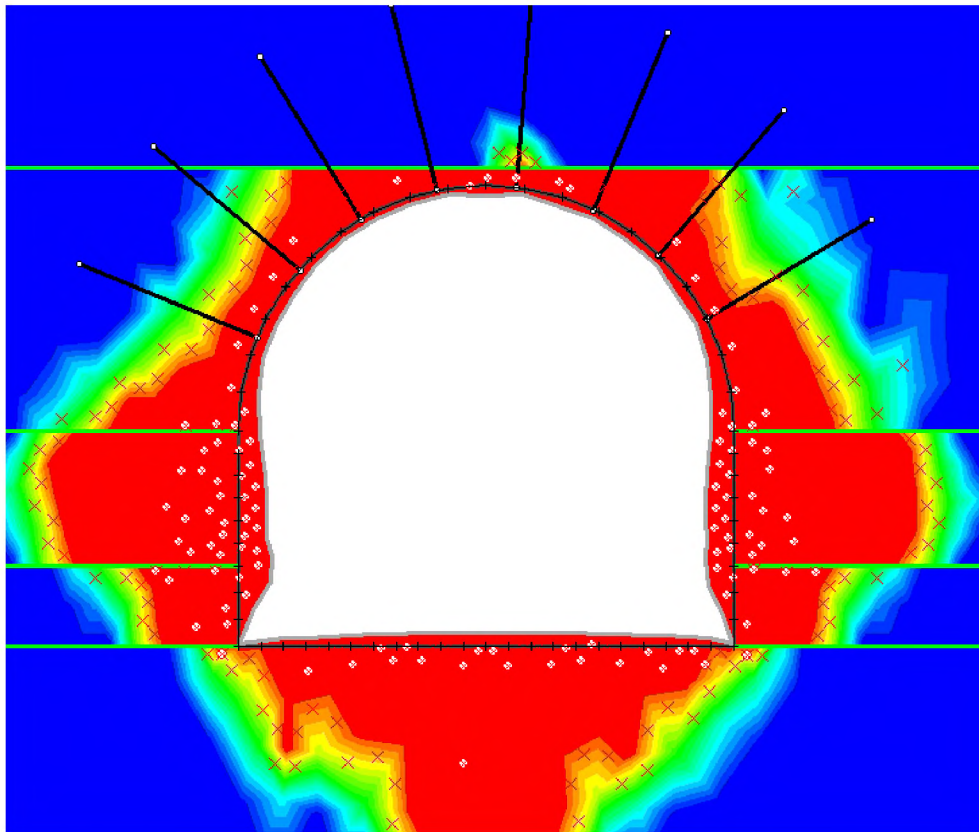


Рис. 2.8. Зруйнована зона навколо виробки, що закріплена 8 анкерами  
(«базовий варіант»)

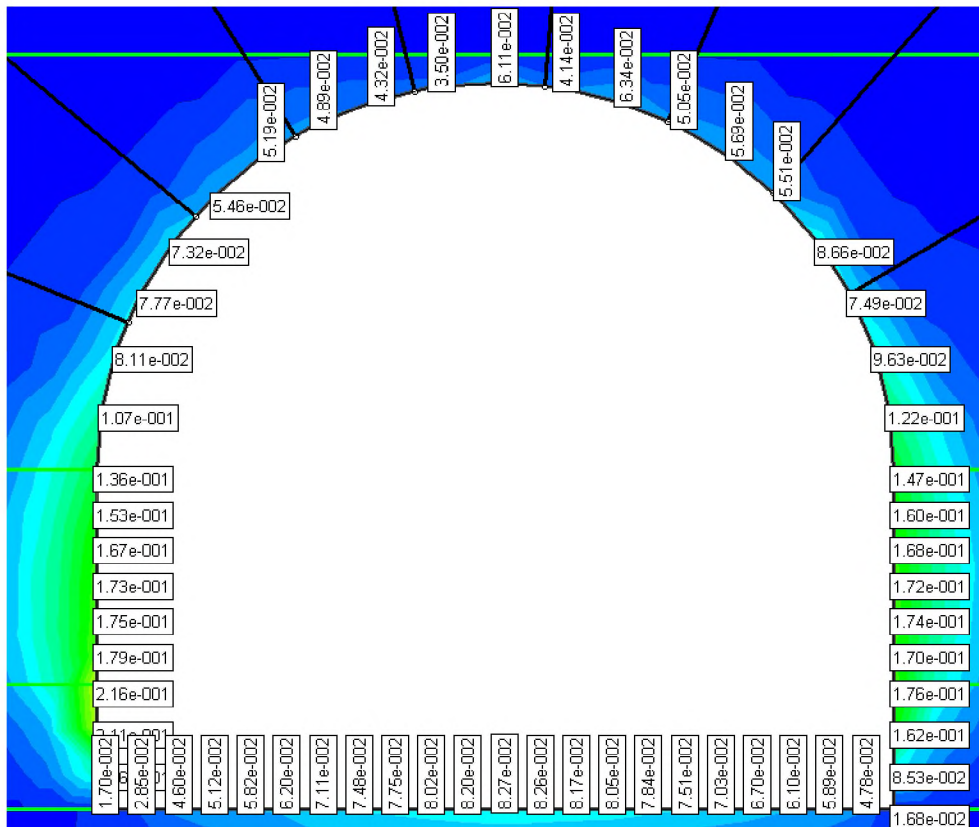


Рис. 2.9. Значення переміщень на контурі виробки, що закріплена 8 анкерами  
(«базовий варіант»)

### *Моделювання аркового кріплення.*

При моделюванні аркового кріплення був використаний принцип еквівалентної заміни реальної металоконструкції більш простими вузлами з приблизно однаковими значеннями опору, що віднесені до площі поверхні виробки. При моделюванні кріплення з СВП-27 приймається до уваги його максимально допустиме навантаження в 505 кН. Оскільки довжина контуру арки складає 12,5 м при кроці кріплення 0,6 м отримуємо поверхню 6,93 м<sup>2</sup>. Відповідно, опір кріплення складе 0,07 МПа.

Спочатку був розглянутий варіант при відсутності анкерів.

На рис. 0.10 наведені величини зміщень, що отримані при умові, коли арка контактує з породами і забезпечує необхідну функцію опору.

Наявність кріплення зменшує зміщення контуру на 30–35 %. При цьому в незакріпленій частині виробки, тобто в підшві зміщення не тільки не зменшуються, але й навпаки, збільшуються до 8 см.

На рис. 2.11 наведені значення зміщень контуру при умові моделювання анкерного і аркового кріплення. У цьому випадку зміщення покрівлі зменшуються до 2,5-3,0 см, тобто на 70-80% у порівнянні з незакріпленою виробкою. В підшві зміщення не зменшуються.

Оскільки одним з варіантів паспорту кріплення передбачено встановлення 11-ти анкерів, така схема кріплення також була промодельована. Встановлення 3-х додаткових анкерів в арковій частині виробки майже не змінює значень переміщень (рис. 2.12). Можливо вважати таку кількість анкерів надмірною.

Таким чином, при базовому (не ускладненому) варіанті гірничо-геологічних умов розроблений паспорт кріплення забезпечує стійкість порід в арковій частині виробки.

Підшва виробки, яка залишається незакріпленою, є слабким елементом в системі кріплення.

Відносно невеликі зміщення (до 7 см), які отримані в розрахунку, обумовлені тим, що в підшві виробки змодельований досить жорсткий пісковик з великою міцністю і значним модулем Юнга (див. табл. 2.1).

Наступним етапом розрахунків передбачено моделювання гірничо-геологічних умов, що ускладнені наявністю порушень і пов'язаними з ним зім'ятістю, тріщинуватістю та обводненістю порід.

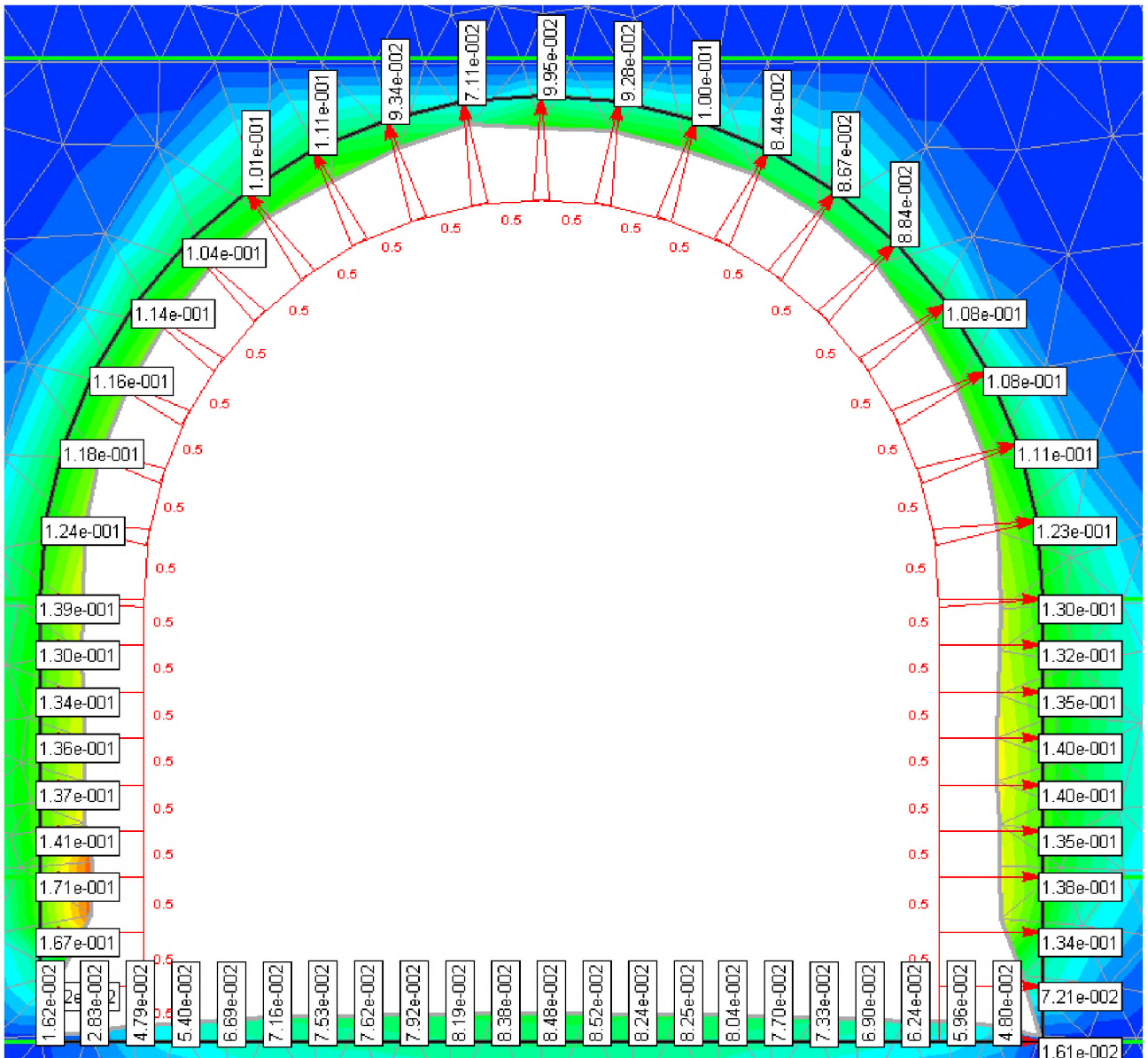


Рис. 2.10. Зміщення на контурі, при умові встановлення металевого кріплення («базовий варіант»)

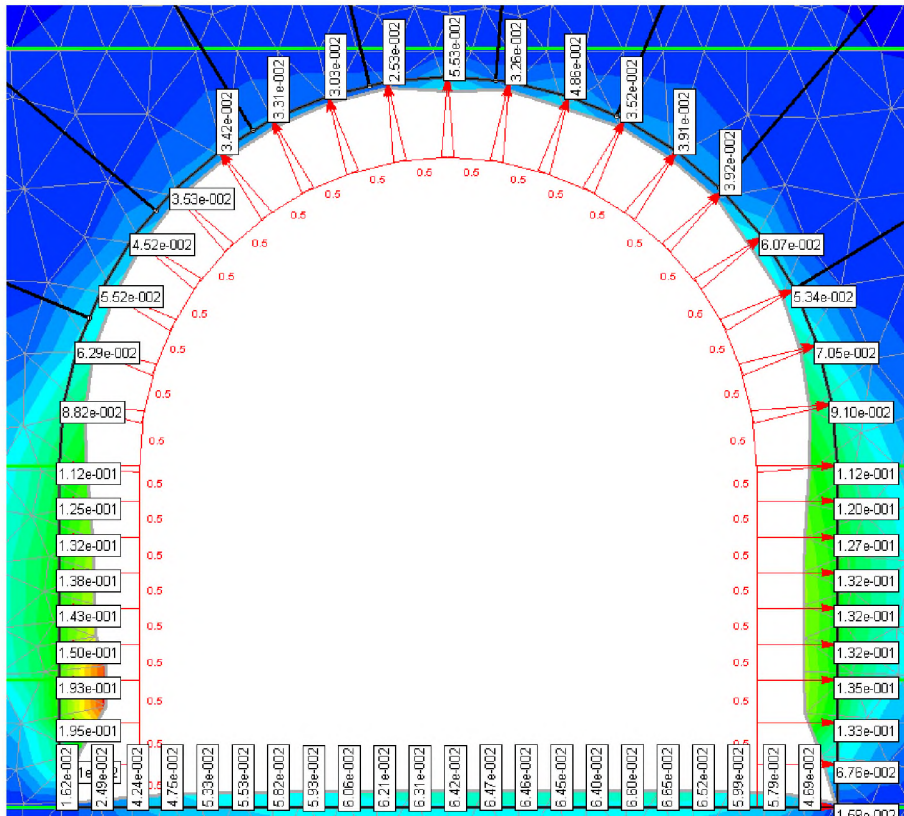


Рис. 2.11. Зміщення на контурі, при арковому кріпленні та 8 анкерами («базовий варіант»)

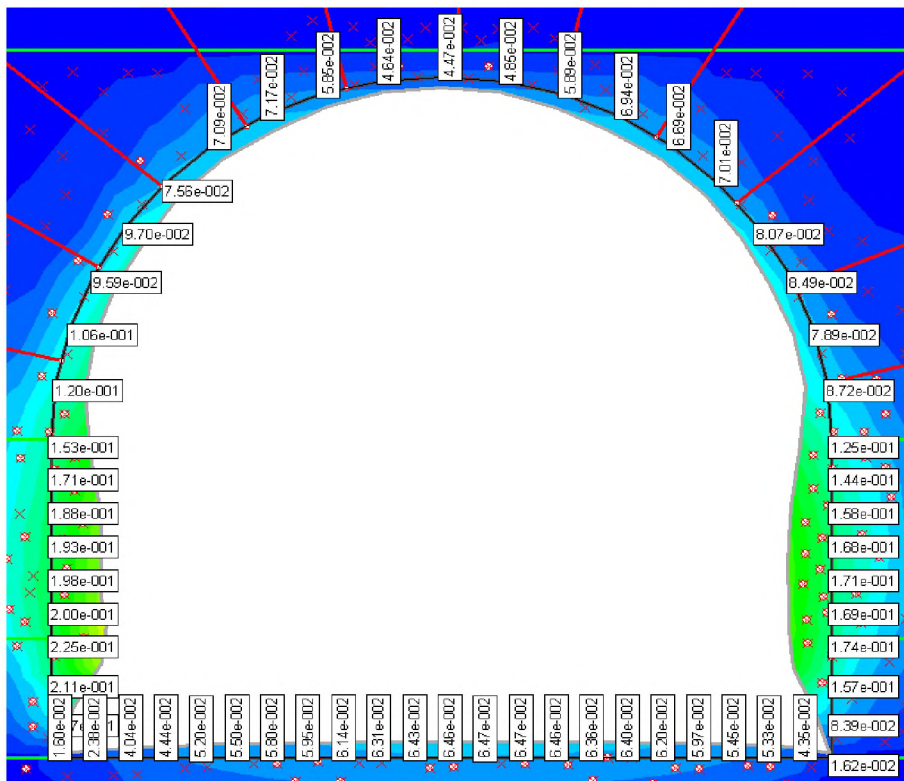


Рис. 2.12. Зміщення на контурі виробки, що закріплена арковим кріпленням та 11 анкерами («базовий варіант»)

**2.6. Оцінка стану породного масиву на основі розрахункової схеми, що відповідає ускладненим умовам залягання пласта, зокрема при наявності геологічного порушення**

Розрахункова схема задачі наведена на рис. 2.13 і відображає ситуацію, коли має місце геологічне порушення типу «скид». Змодельовані умови максимально наближені до тих, що мають місце на ПК59.

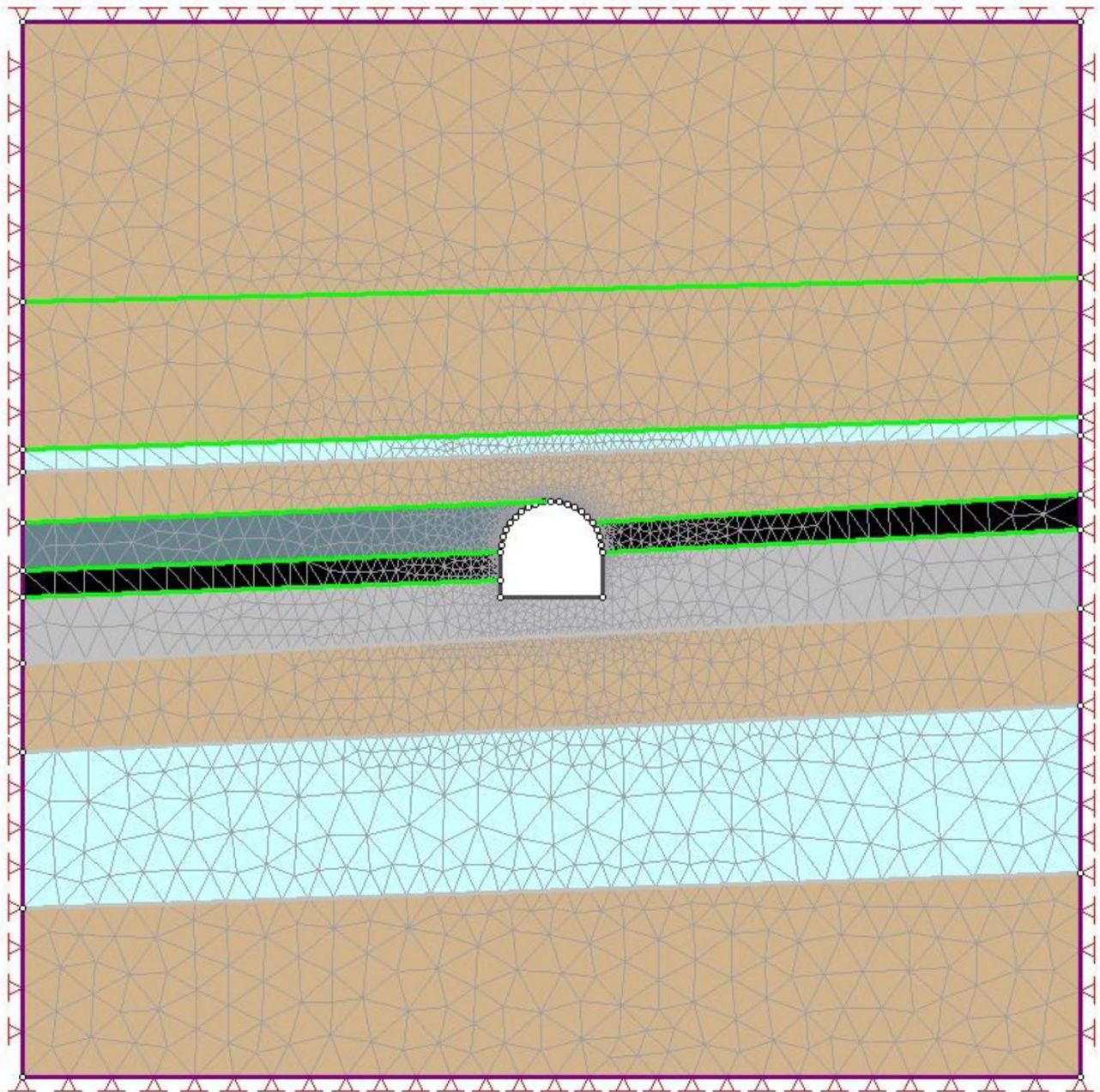


Рис. 2.13. Розрахункова схема задачі при наявності геологічного порушення (модель 1)



Оскільки розривним порушенням характерна наявність оперяючої тріщинуватості, міцність порід в районі порушення зменшується. В розрахунку це може бути відображено введенням коефіцієнту структурного послаблення  $k_c$ , який при відстані між тріщинами 0,1-0,5 м повинен прийматися рівним 0,4 [4].

Тоді розрахункове значення міцності складе:

$$R_{роз} = \bar{R}_c \cdot k_c$$

де  $\bar{R}_c$  – середня міцність за даними геологічної служби.

Зокрема для алевроліту розрахункове значення міцності на стиснення складе 20 МПа (табл. 2.2).

Обводненість порід сприяє ще більшому зниженню їх міцності. З урахуванням досліджень, що виконані в НГУ, розрахункове значення міцності слід множити на коефіцієнт обводненості, який для даних умов складає 0,8. Тоді розрахункове значення міцності алевроліту слід приймати 16 МПа.

В розрахунковій схемі (рис. 2.13) передбачено моделювання факту, відміченого при проведенні виробки: односторонню зім'ятість і слабкість порід при наявності монолітних твердих порід з протилежної сторони. Умовно назвемо її «модель 1».

У відповідності з фактичним паспортом в підшві виробки також змодельований слабкий розмоклий алевроліт.

Наявність слабких порід в покрівлі та підшві, несиметричність розподілення властивостей жорсткості різних шарів значно змінює величини зміщень (рис. 2.14). В покрівлі і боках виробки вони сягають 20-28 см, в підшві максимальне значення переміщень склало 45 см.

Встановлення кріплення (завдання еквівалентного опору) практично не зменшує величини зміщень (рис. 2.15).

Наявність анкерів дозволяє зменшити переміщення майже в два рази в тій частині арки, де вони встановлені (рис. 2.16).

Таблиця 2.2

Основні фізико-механічні характеристики вугілля і порід в зоні  
геологічних порушень (модель 1)

№	Назва характеристики	Вугілля	Алевроліт	Алевроліт покрівлі	Алевроліт підошви	Пісковик
1	Модуль пружності, МПа	4100	5300	4000	4000	11000
2	Коефіцієнт Пуассона	0.26	0.28	0.28	0.28	0.25
3	Міцність на стиск, МПа	13.5	44	15	20	62

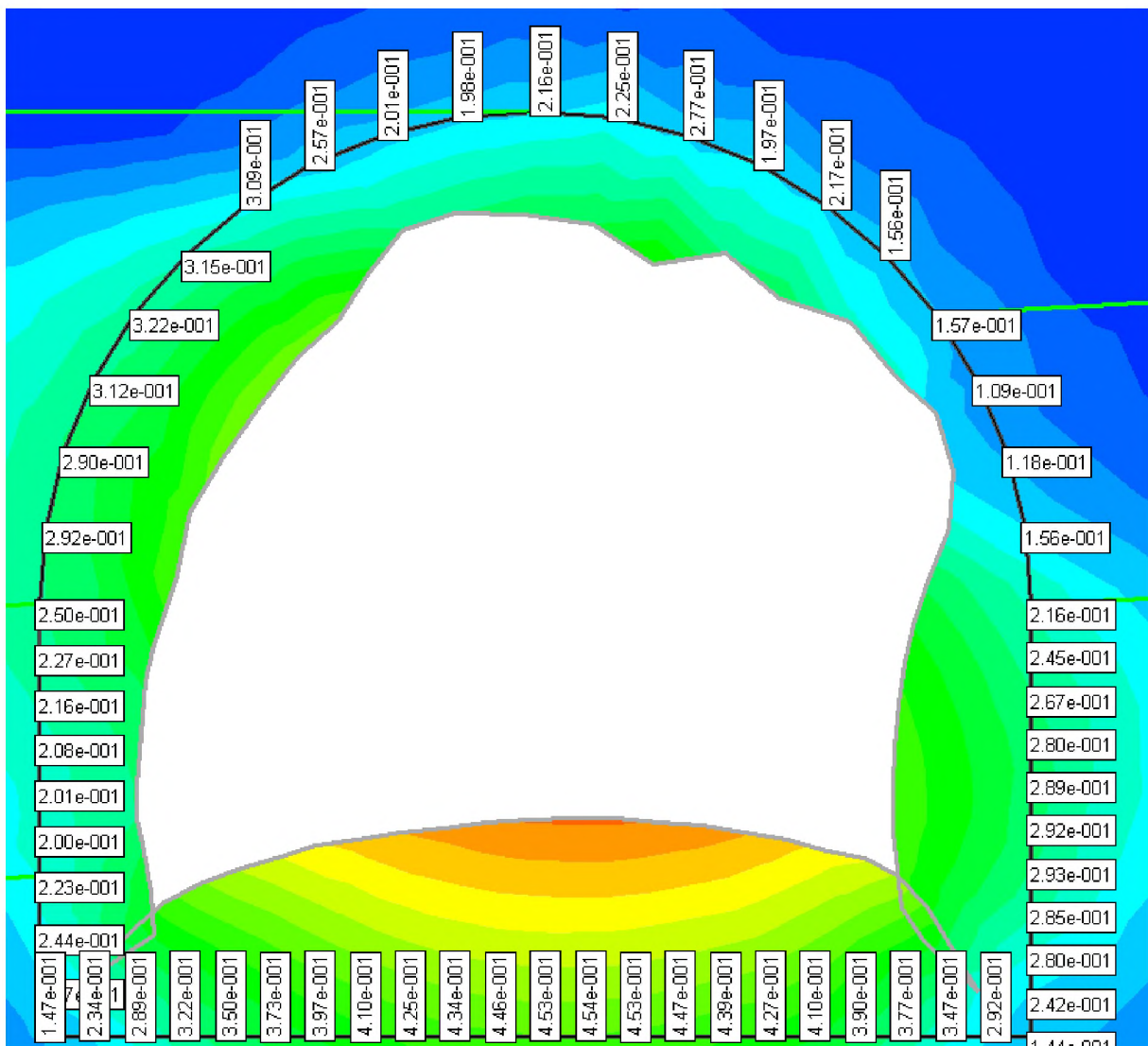


Рис. 2.14. Зміщення контуру незакріпленої виробки в зоні геологічного порушення (модель 1)

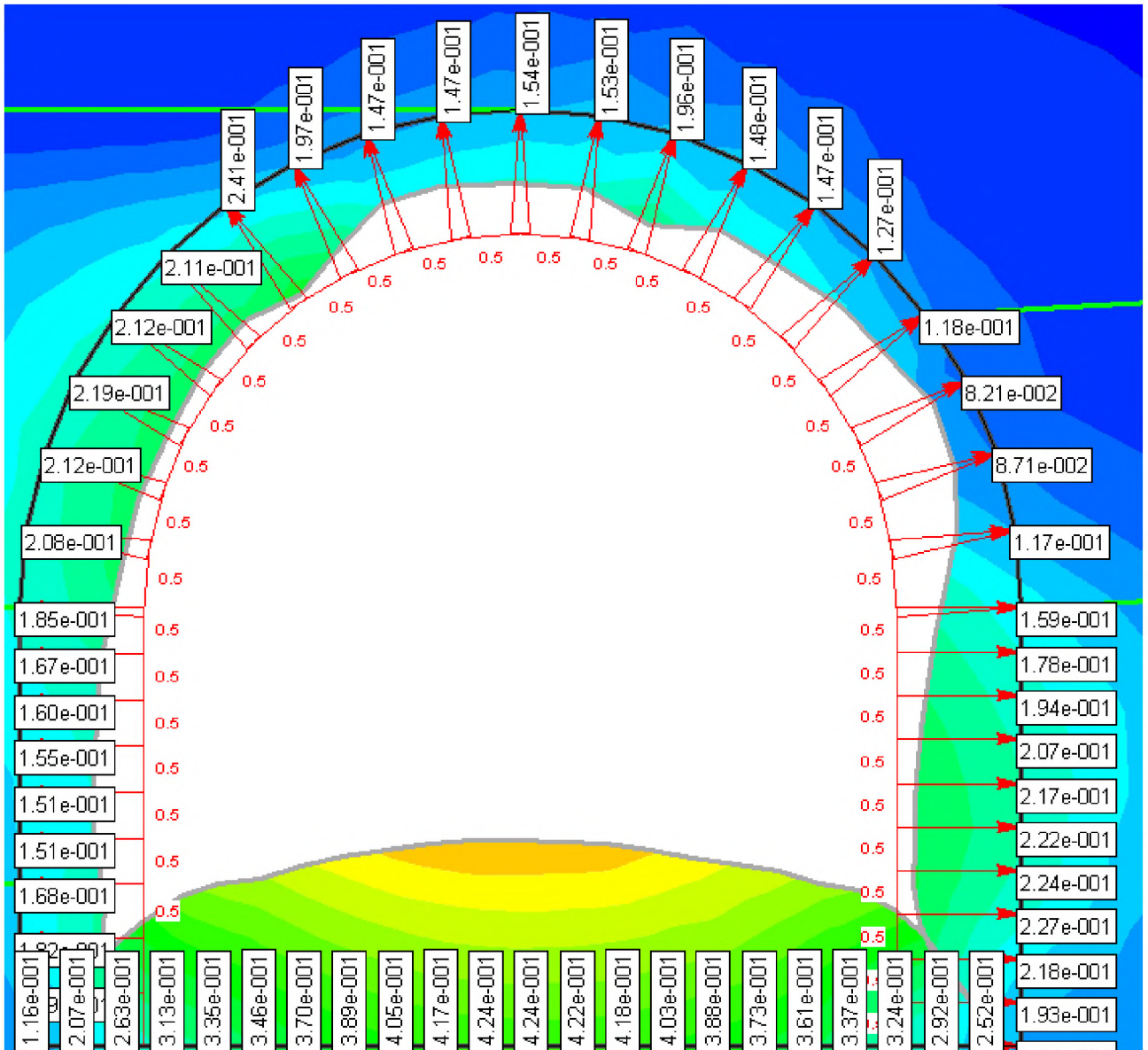


Рис. 2.15. Зміщення контуру закріпленої виробки, що знаходиться в зоні геологічного порушення (модель 1)

Однак, конфігурація та розмір зони руйнацій навколо виробки (рис. 2.17) в цьому випадку такі, що тільки анкери у верхній частині арки (2–7) виходять замковою частиною за область руйнацій і встановлені поза зруйнованого масиву. В боках виробки зона руйнацій сягає 7,5 м, а в підшві – 6 м від контуру виробки.

Встановлення анкерів довжиною 2,4 м не досягає цілі, оскільки замкова частина анкеру попадає в зруйновану зону.

У зв'язку з цим виконано моделювання встановлення додаткових анкерів-тросів (канатних анкерів) довжиною 4 м в боках виробки, з метою закріплення анкеру в не зруйнованому масиві.

Розрахункова схема наведена на рис. 2.18.

Встановлення додаткових анкерів зменшило зміщення контуру виробки до 23% в покрівлі і 38% в боках (рис. 2.19). В підшві виробки зміщення контуру практично не змінюються.

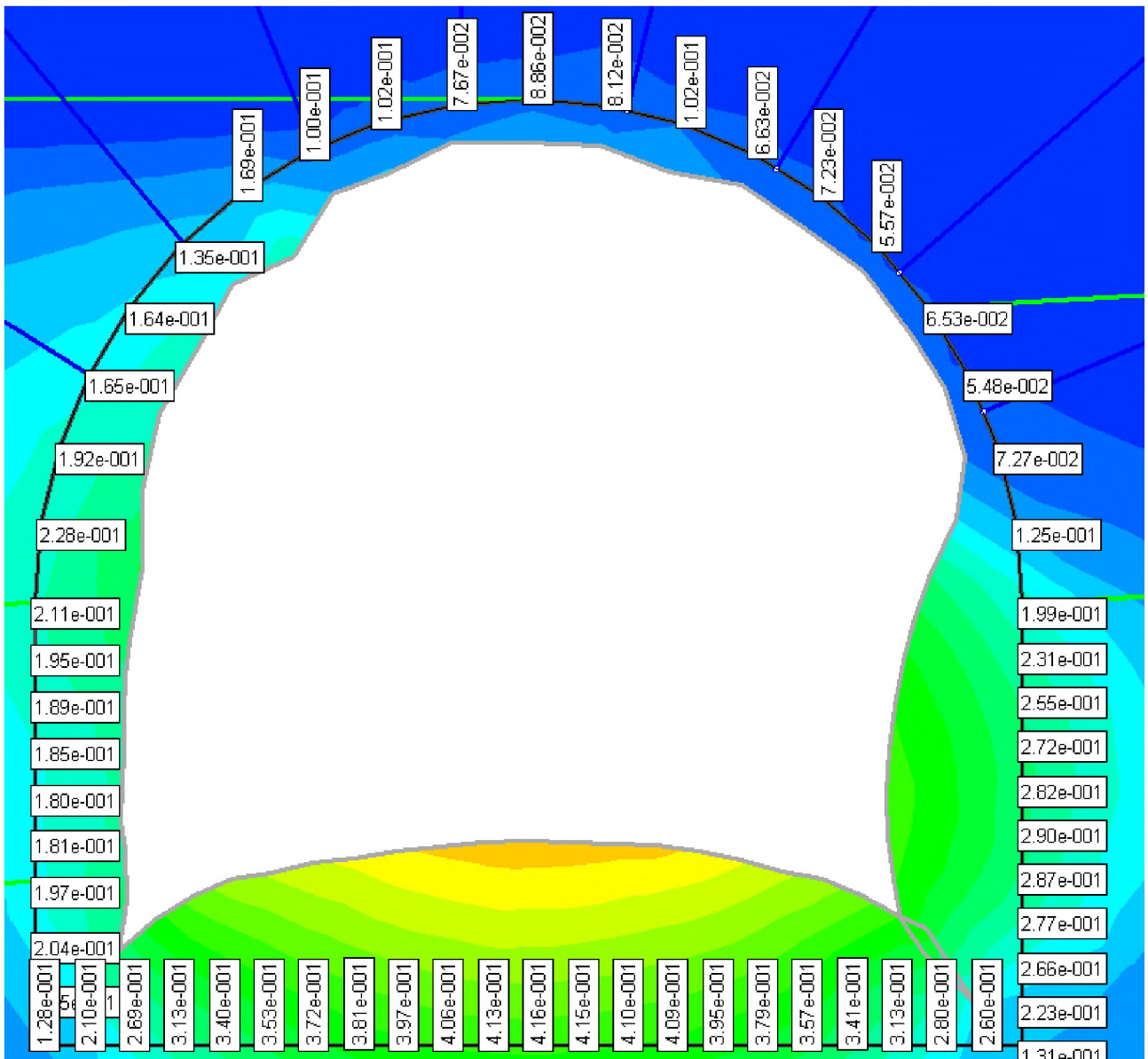


Рис. 2.16. Зміщення контуру виробки, що закріплена 8 анкерами і знаходиться в зоні геологічного порушення (модель 1)

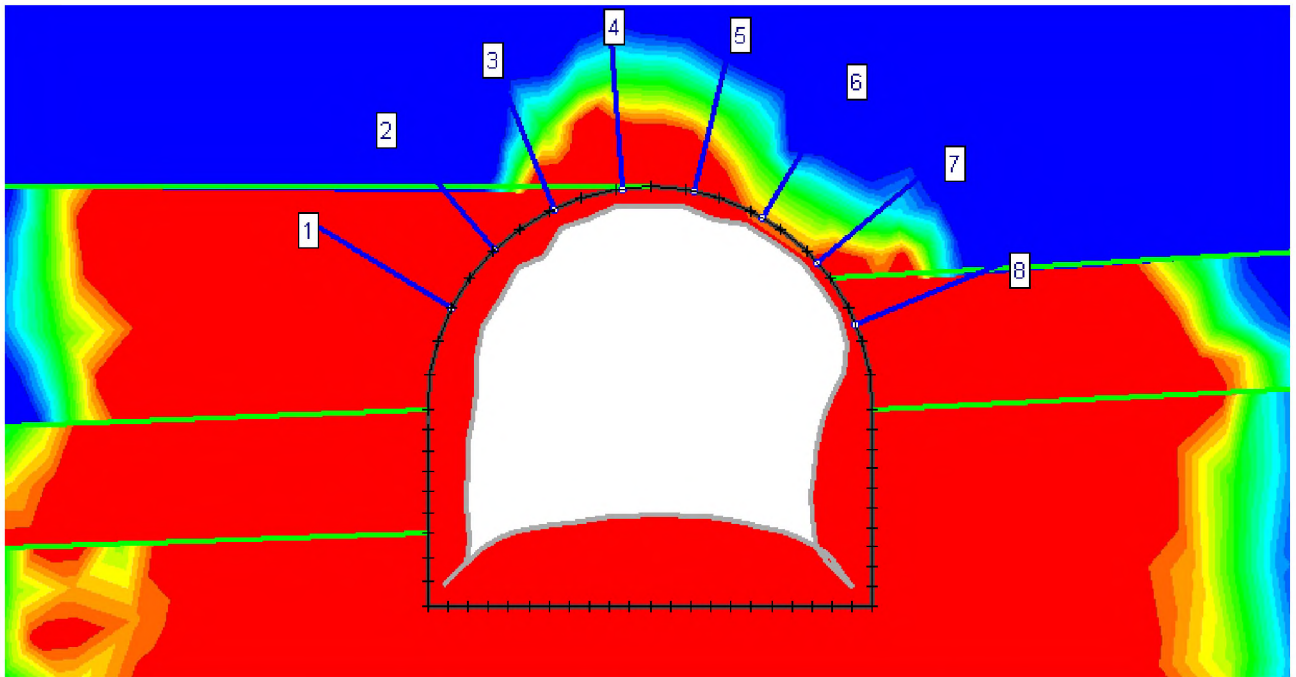


Рис. 2.17. Зміщення зруйнованих порід в околиці виробки, що знаходиться в зоні геологічного порушення (модель 1)

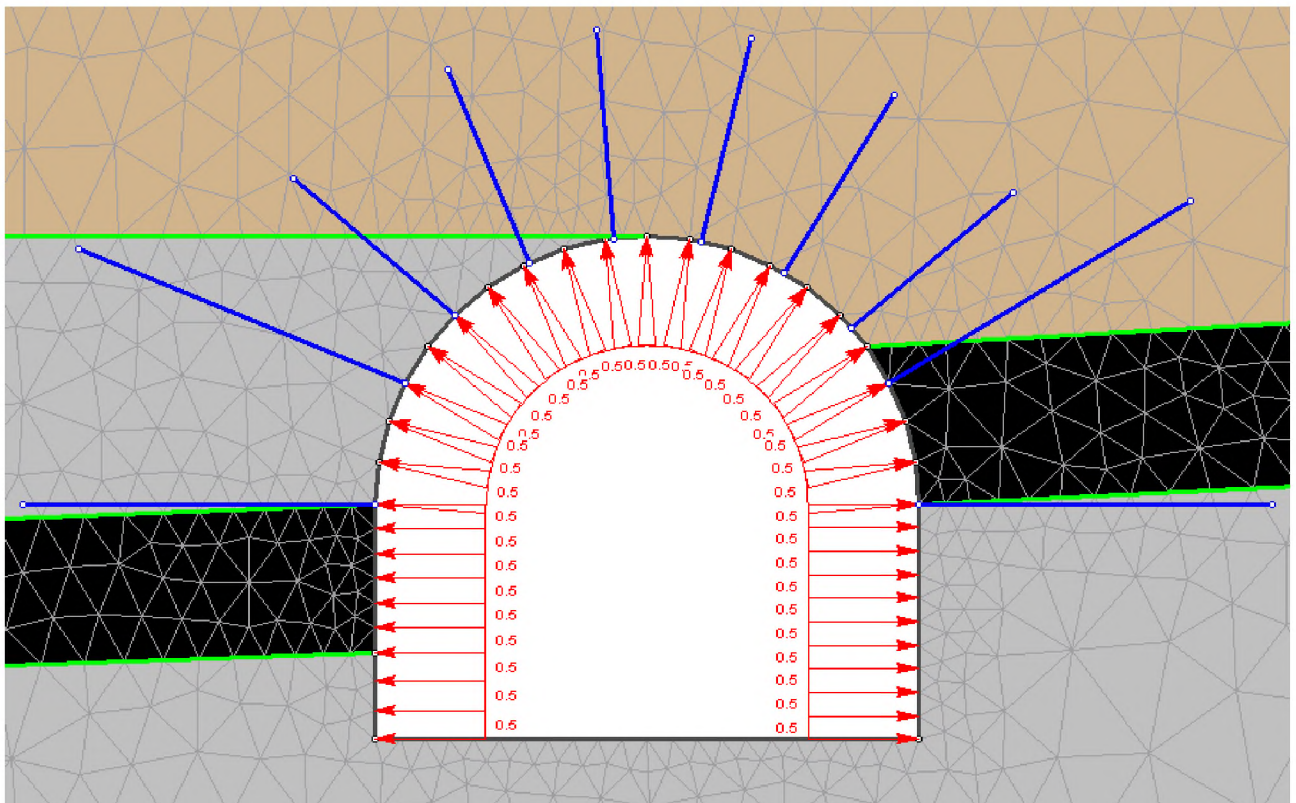


Рис. 2.18. Розрахункова схема до задачі при встановленні додаткових анкерів (тросів) в боках виробки в районі геологічного порушення (модель 1):

*a* детальний вид

### *Моделювання кріплення замкнутої форми.*

В умовах такого інтенсивного здимання порід єдиним засобом його зниження є встановлення кріплення замкнутого типу (кільцевого чи кріплення зі зворотнім зводом).

На рис 2.19 наведено результати моделювання круглої виробки що закріплена кільцевим кріпленням.

Розрахунки показали, що при такому способі закріплення, можливо зменшити зміщення контуру більш ніж на 50%.

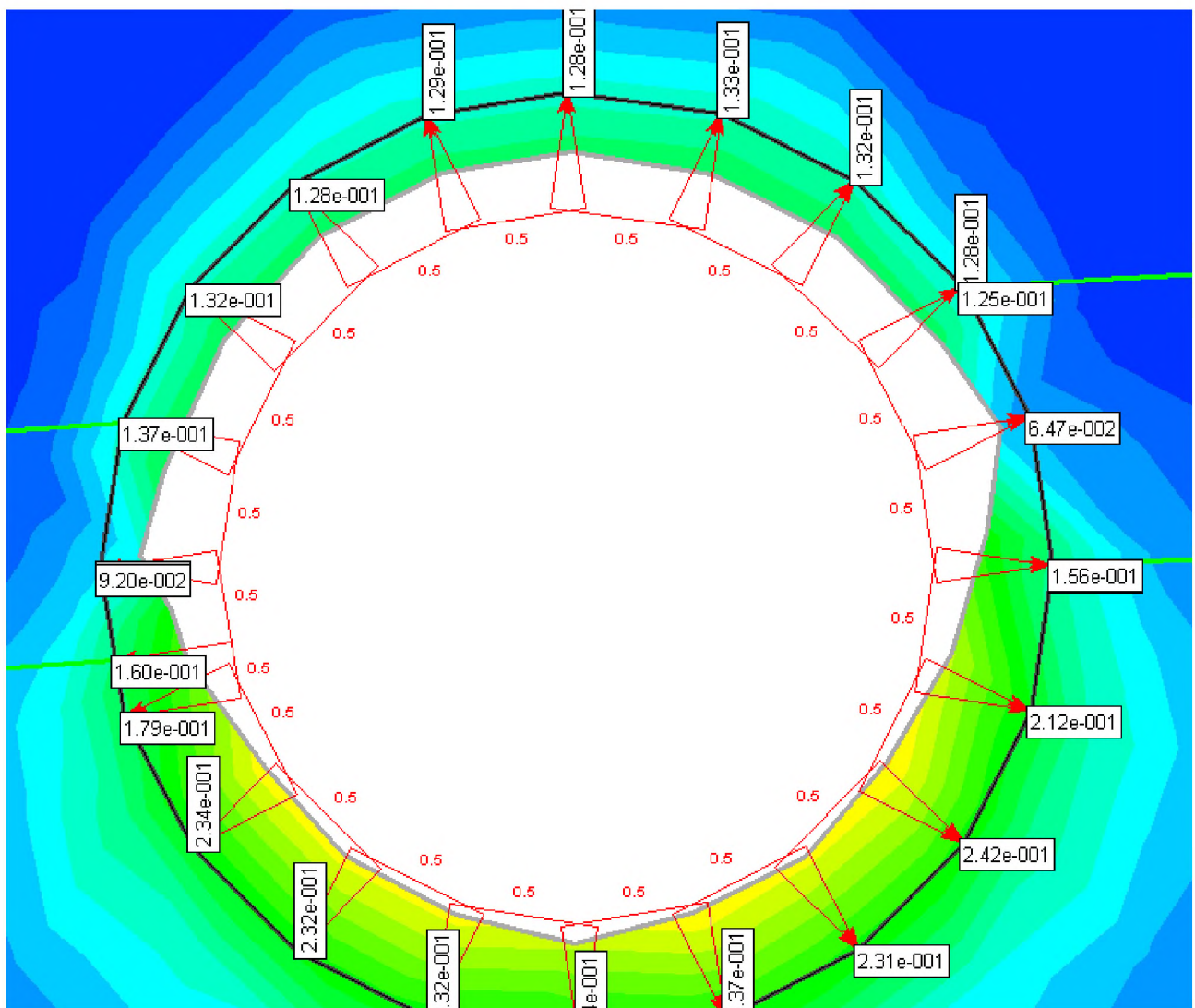


Рис. 2.19. Зміщення контуру виробки, що закріплена кільцевим кріпленням (модель 1)

## **Висновки за розділом 2**

За розділом 2 зроблено наступні висновки:

Обрано та обґрунтовано методи, критерії оцінки та алгоритми дослідження системи «кріплення-масив» при проектуванні уклону.

За допомогою методу скінченних елементів змодельовані різноманітні варіанти забезпечення стійкості уклону.

Отримано конфігурації та розміри зони руйнацій навколо уклону по основній його трасі та в місці мілкоамплітудного геологічного порушення розривного характеру типу «скид».

### РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Оцінка стану породного масиву навколо уклону блоку №10 на основі прийнятих розрахункових схем з урахуванням гірничо-геологічних особливостей при проведенні виробок блоку №10 дозволила розробити низку прогнозних моделей, які відображають протікання геомеханічних процесів навколо уклону при різних засобах забезпечення його стійкості.

При типових, неускладнених умовах залягання пласта, найбільший лінійний розмір зони руйнацій в боках незакріпленої виробки складає 1,5 м, в підшві – 1,7 м. В покрівлі розмір руйнацій менш значимий, що обумовлено арковою формою оголення і наявністю досить міцного пісковика. При умові, що пісковик в підшві і покрівлі не обводнений і не тріщинуватий зміщення контуру виробки складе до 20 см, в підшві – 10 см, в боках виробки, де залягає пластичний і більш слабкий алевроліт зміщення сягають 21 см.

При встановленні анкерного кріплення, замкова частина буде розміщена поза зоною руйнування, що і обумовлює їх функціональність. Наявність анкерів дозволяє зменшити переміщення в тій частині контуру, де вони встановлені.

Наявність аркового кріплення зменшує зміщення контуру на 30-35%. При цьому в незакріпленій частині виробки, тобто в підшві зміщення не тільки не зменшуються, але й навпаки, дещо збільшуються.

У випадку моделювання паспортного кріплення зміщення покрівлі зменшуються на 70-80% у порівнянні з незакріпленою виробкою. В підшві зміщення не зменшуються. Встановлення 3-х додаткових анкерів до існуючого кріплення – 8 анкерів в арковій частині виробки майже не змінює значень переміщень. Можливо вважати таку кількість анкерів надмірною.

Таким чином, при базовому (не ускладненому) варіанті гірничо-геологічних умов розроблений паспорт кріплення забезпечує стійкість порід в арковій частині виробки. Однак при цьому підшва виробки, яка залишається незакріпленою, є слабким елементом в системі кріплення.



Оцінка стану породного масиву навколо уклону блоку №10 на основі розрахункової схеми, що відповідає ускладненим умовам залягання пласта (геологічне порушення типу «скид») показала, що в покрівлі і боках незакріпленої виробки зміщення сягають 30 см, в підшві – близько 45 см.

Наявність анкерів дозволяє зменшити переміщення майже в два рази в тій частині арки, де вони встановлені. Однак, конфігурація та розмір зони руйнацій навколо виробки в цьому випадку такі, що тільки анкери у верхній частині арки виходять за область руйнацій. В боках виробки зона руйнацій сягає 8 м, а в підшві – 6 м від контуру.

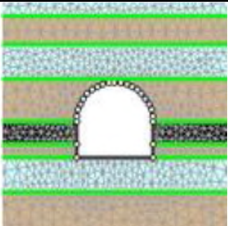
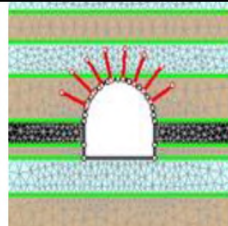
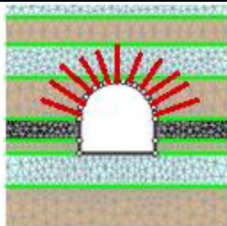
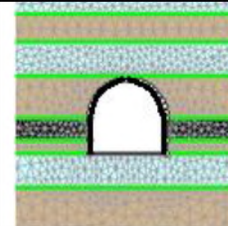
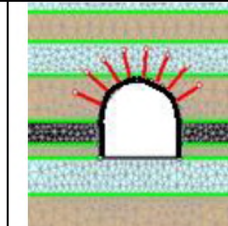
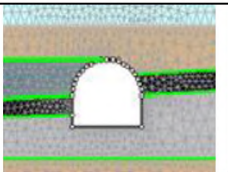
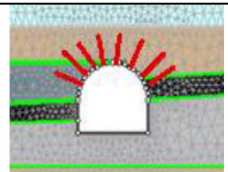
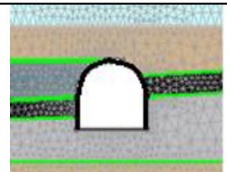
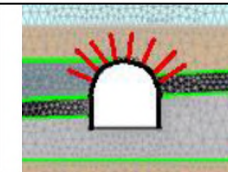
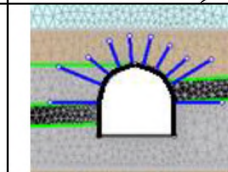
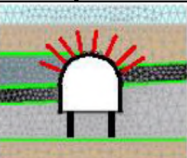
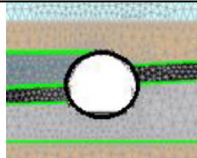
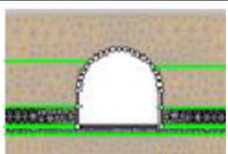
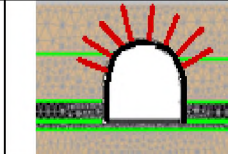
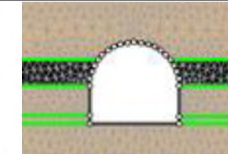
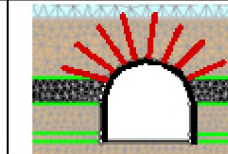
Встановлення додаткових анкерів-тросів (канатних анкерів) довжиною 4 м в боках виробки, з метою закріплення анкеру в не зруйнованому масиві зменшило зміщення контуру виробки до 23% в покрівлі і 38% в боках.

Оптимальним у такому випадку є проведення виробки коли переріз має замкнуту форму (кільце, зі зворотнім зводом). Розрахунки показали, що при такому способі закріплення, можливо зменшити зміщення контуру більш ніж на 50%.

Отримані розрахункові дані максимальних зміщень для паспортного рамно-анкерного варіанту кріплення тісно корегують з результатами попереднього шахтного моніторингу та даним маркшейдерської служби шахти і дільниці РГВ (рис. 3.1).

Оскільки дослідження стійкості виробок блоку №10 проходили в діапазоні глибин з абсолютною позначкою -710...-880 м, яким відповідає значення показника умов розробки  $\theta = R_{ck} / \gamma H$  0,61...0,76, що характеризує масив як нестійкий, а результати чисельного моделювання показали, що розрахункові схеми і прийнятий математичний апарат адекватно описують всі види геомеханічних ситуацій, що зустрічаються по трасі виробки і відповідають результатам фактичного шахтного моніторингу (Розділ 2) на базі прийнятих розрахункових схем були отримані величини зміщень контуру порід для даного діапазону глибин.

Принципові схеми до обґрунтування засобів забезпечення стійкості  
уклону блоку №10

<b><u>Нормальні «не ускладнені» гірничо-геологічні умови</u></b>				
Незакріплена виробка	Анкерне кріплення (паспорт 8 анк)	Анкерне кріплення (паспорт 11 анк)	Аркове кріплення	Паспортне рамно-анкерне кріплення
				
<b><u>Ділянки з ускладненою геологією</u></b>				
Незакріплена виробка	Анкерне кріплення (паспорт 8 анк)	Аркове кріплення	Паспортне рамно-анкерне кріплення	Рамно-анкерне кріплення (8 анк + канатні)
				
Рамно-анкерне кріплення (з щілинами розвантаження)			Кріплення замкнутого типу	
				
<b><u>Різне розміщення виробки по відношенню до вугільного пласта</u></b>				
Незакріплена виробка (пласт в підшві)	Рамно-анкерне кріплення (пласт в підшві)		Незакріплена виробка (пласт в покрівлі)	Рамно-анкерне кріплення (пласт в покрівлі)
				

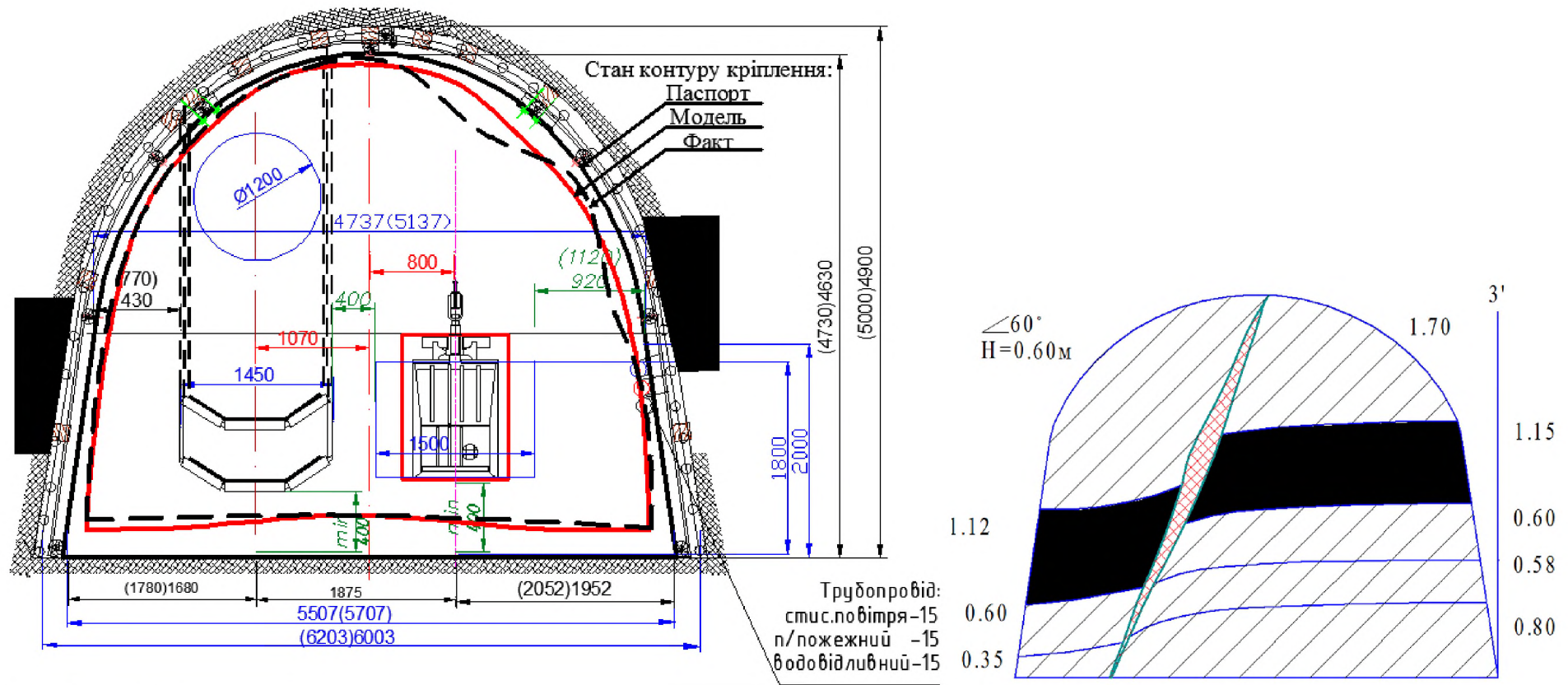


Рис. 3.1. Втрата перерізу уклону блоку №10 в місці геологічного порушення типу «скид» – ПК59 відносно паспорта кріплення за результатами чисельного моделювання та за даними шахтного моніторингу

Отримані розрахункові зміщення на контурі виробки для різних гірничо-геологічних умов при різних засобах забезпечення стійкості наведені на рис. 3.2.

Аналіз графіків переміщень породного масиву навколо капітальної гірничої виробки залежно від прийнятих засобів і технологічних схем із забезпечення її стійкості для типових та ускладнених наявністю мілкоамплітудних геологічних порушень, переважно розривного характеру, гірничо-геологічних умов ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» та залежно від глибини закладення гірничотехнічного об'єкту, дозволяє зробити висновок про те, що величина переміщень приконтурного масиву нелінійно залежить від прийнятих засобів охорони виробок, що дозволяє розробляти достовірні прогностні моделі для обґрунтування раціональних засобів забезпечення стійкості капітальних виробок в гірничо-геологічних і гірничотехнічних умовах шахт Центрального Донбасу.

Зміщення порід в підшві виробки при використанні кріплення замкнутого типу в умовах ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» майже в 2 рази менше ніж при використанні незамкнутих систем кріплення, що за умови створення технологічної податливості шляхом встановлення зворотного зводу після відносної стабілізації геомеханічних процесів дозволяє забезпечити тривалу стійкість виробки у складних гірничо-геологічних умовах.

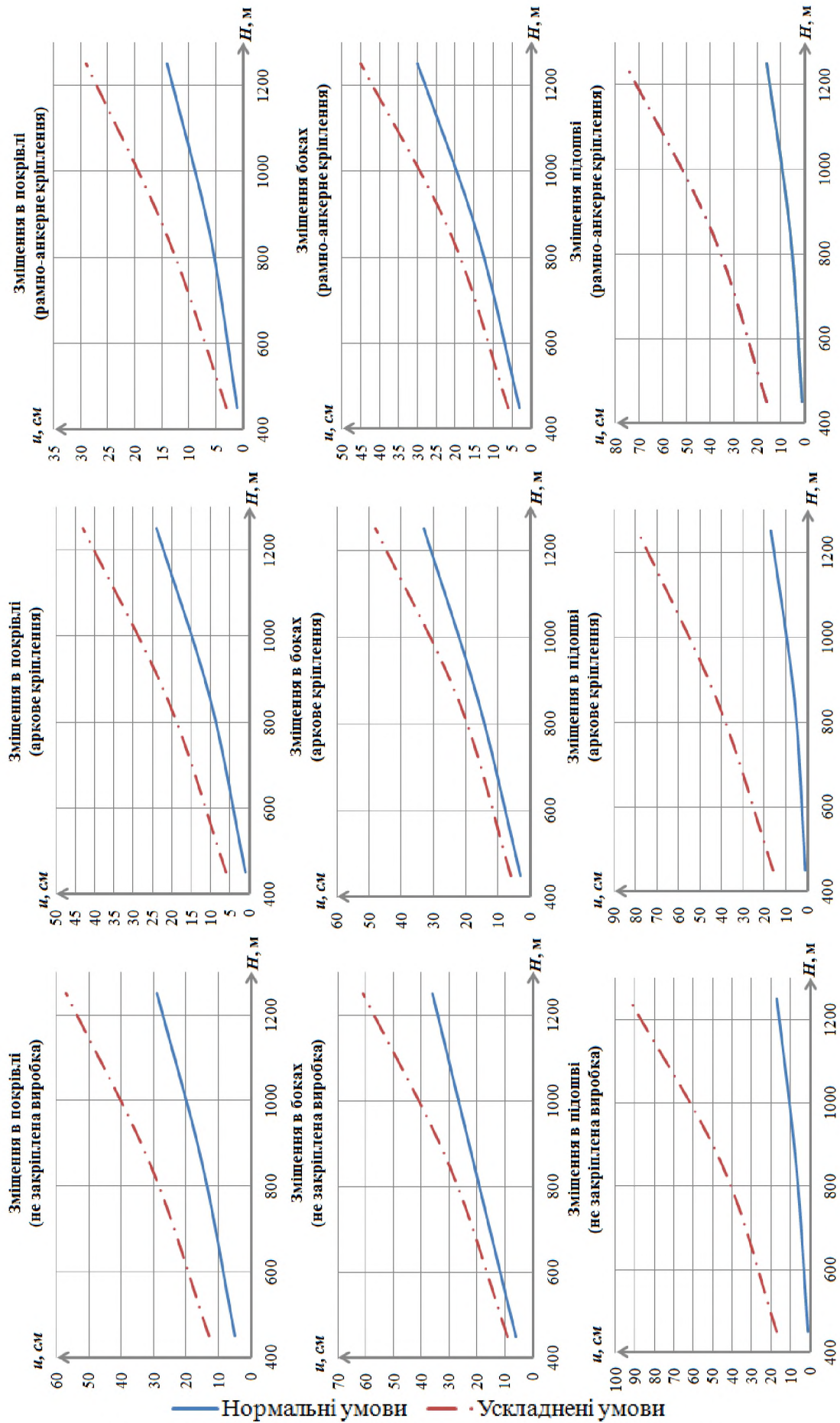


Рис. 3.2. Розрахункові зміщення на контурі виробки

### **Висновки за розділом 3**

За розділом 3 зроблено наступні висновки:

Дана загальна оцінка стану породного масиву навколо уклону блоку №10 на основі прийнятих розрахункових схем з урахуванням гірничо-геологічних особливостей при проведенні виробок блоку №10, яка тісно корелює з результатами попереднього візуального моніторингу та даним маркшейдерської служби шахти та діляниці РГВ.

Виконана оцінка напружено-деформованого стану породного масиву та кріплення уклону в звичайних умовах, що дало змогу підтвердити адекватність прийнятих розрахункових схем та методики в цілому.

Виконана оцінка стану породного масиву на основі розрахункової схеми, що відповідає ускладненим умовам залягання пласта, зокрема при наявності геологічного порушення.

Отримано розрахункові зміщення на контурі виробки та в породному масиві відповідно до обраного типу кріплення.

## РОЗДІЛ 4. ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРИВАЛОЇ СТІЙКОСТІ УКЛОНУ

### 4.1. Обґрунтування прийнятих технічних рішень

Всі традиційні способи забезпечення стійкості гірничих виробок, в залежності від їх впливу на механічний стан масиву, можна розділити на активні (засновані на керуванні НДС масиву) та пасивні (забезпечують стійкий стан виробки без зміни НДС масиву). Для умов «великих глибин» необхідно застосування комбінованих систем, які будуть поєднувати в собі переваги активних та пасивних засобів забезпечення стійкості і будуть вільні від критичних недоліків, які заважають ефективному застосуванню традиційного кріплення. Крім того, для досягнення поставленої мети необхідно застосовувати комплексний підхід, який має включати:

- створення заданого керованого напружено-деформованого стану породного масиву за рахунок вибору раціональної форми перерізу виробки, взаємного розташування виробок, розміщення виробок в розвантажених областях масиву, зниження напружень в оточуючій виробку масиві, тощо;

- раціональне розміщення виробки в масиві (проведення виробки у відносно міцних породах, орієнтування виробки відносно напластування та систем тріщин);

- використання раціональної технології гірничо-будівельних робіт (послідовність робіт з виїмки породи та кріплення, способу виїмки породи, тощо).

З викладеного вище стає очевидним, що в складних гірничо-геологічних умовах кріплення повинно мати значну податливість. Однак, слід зазначити той факт, що для виробок з тривалим строком служби необхідне жорстке кріплення, яке буде зберігати свою форму та розміри весь час експлуатації. Рішенням

проблеми може стати використання комбінованих обмежено податливих систем кріплення, що будуть поєднувати переваги податливих конструкцій з необхідною жорсткістю. При цьому забезпечити податливість можливо як конструктивно, так і технологічно.

Існуючі рішення обмежено податливих конструкцій із заданою жорсткістю добре зарекомендували себе в складних гірничо-геологічних умовах і детально описані в багатьох роботах, але не знайшли широкого застосування через низку недоліків серед яких основними є: значна початкова капітало- та матеріалоємність; технологічна складність виготовлення; обмеження області застосування, внаслідок відсутності якісних завершених методик з визначення оптимальних параметрів кріплення та недоліки матеріалів. В якості обмежено податливого жорсткого кріплення можливо використання конструкцій наведених в табл. 4.1.

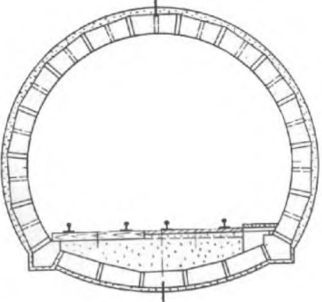
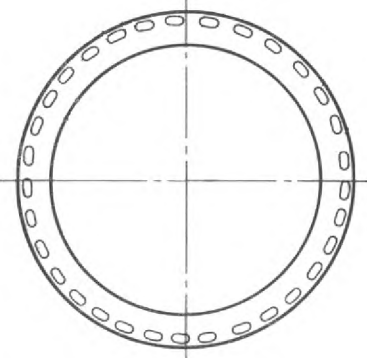
З урахуванням переваг та недоліків можливих технологічних рішень з підвищення стійкості протяжних капітальних виробок в складних геомеханічних умовах Центрального Донбасу можливо виділити наступні найбільш ефективні з них:

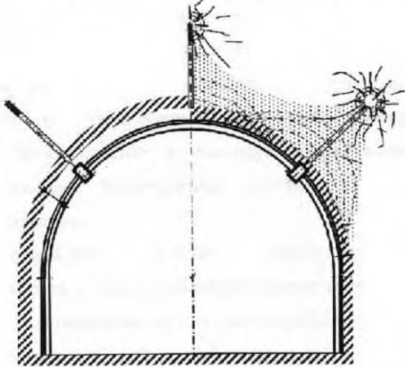
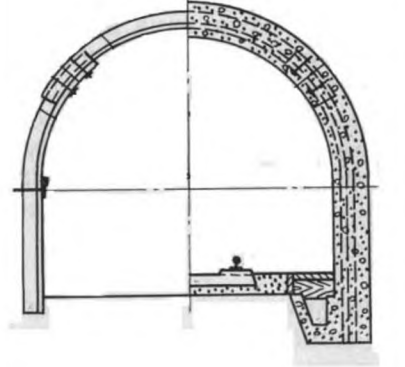
- тампонаж закріпного простору та приконтурного масиву порід;
- забезпечення щільного контакту кріплення з породним контуром шляхом використання рукавів «Буллфлекс», або синтетичних спінуючих сумішей, наприклад матеріалів Mariflex<sup>®</sup> фірми «A. WEBER», що дозволяють повністю механізувати процес зведення оболонки та забезпечити заповнення усіх пустот;
- застосування технологічно податливого комбінованого кріплення (типу АНТ, його модифікації та аналоги), яке використовує несучу здатність приконтурного масиву порід;
- використання анкерно-рамних систем кріплення з покращеними технічними характеристиками.

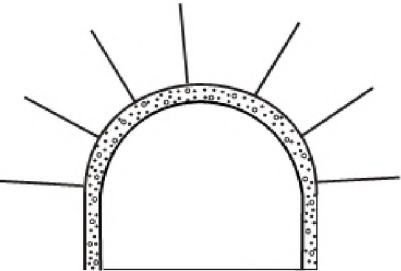
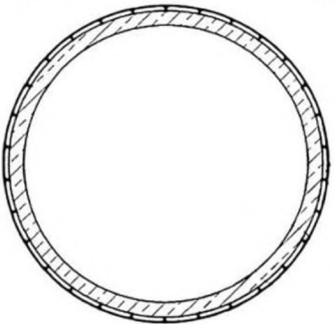


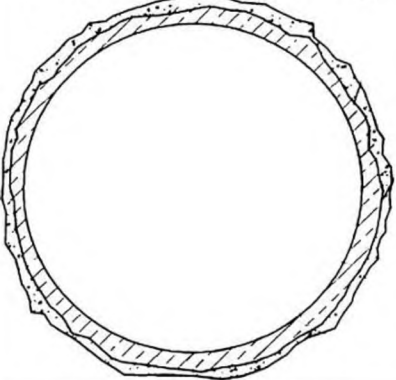
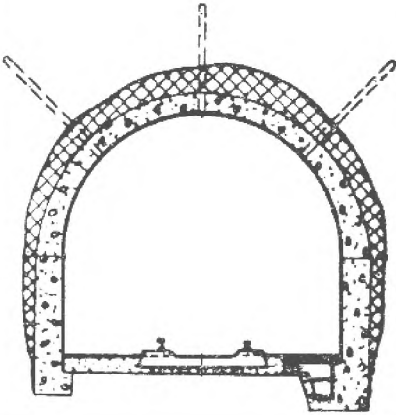
Таблиця 4.1

## Конструктивні рішення обмежено податливого кріплення

№	Тип кріплення	Переваги та недоліки конструкції
1	<p>Блочне бетонне кріплення:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкції Донгіпрошахта (БКЗ, БКА)</li> <li>– конструкції НИИОГР (БШ-1–4)</li> </ul> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обмежено податлива конструкція (за рахунок змінання дерев'яних / синтетичних прокладок), що має гарні деформаційні характеристики за рахунок шарнірів;</li> <li>– прокладки забезпечують більш рівномірну передачу навантаження в площині спирання блоків;</li> <li>– виготовляється в заводських умовах;</li> <li>– забезпечується практично повна механізація зведення.</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– область застосування обмежена виробками, що знаходяться поза зоною впливу очисних робіт в породах середньої стійкості;</li> <li>– кріплення вимагає досить якісної забутовки;</li> <li>– тампонаж, що рекомендується для збірних кріплень є додатковою бетонною оболонкою, для якої саме кріплення служить опалубкою в наслідок чого зникають переваги податливої конструкції;</li> <li>– для кожного перерізу виробки необхідний свій типорозмір збірного елемента;</li> <li>– негативна роль прокладок (у процесі деформації, вони розповзаються і створюють у матеріалі кріплення розривні навантаження, при цьому майже в 2 рази знижується межа міцності матеріалу);</li> <li>– в процесі роботи прокладки стискаються, зменшуючи периметр виробки.</li> </ul>
2	<p>Кріплення, що послаблене отворами</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обмежено податлива конструкція (за рахунок пустотілих бетонних блоків, що мають міцність в два рази нижчу ніж несучий жорсткий бетонний циліндр кріплення);</li> <li>– зводиться безпосередньо у вибої виробки;</li> <li>– забезпечує податливість без введення в склад кріплення додаткових елементів;</li> <li>– не змінює внутрішній периметр виробки;</li> <li>– необхідна величина податливості регулюється певним співвідношенням розмірів оболонки і пустот.</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологічна складність виготовлення;</li> <li>– в наслідок відсутності пороблених методик з визначення оптимальних параметрів даного кріплення та без достатнього досвіду впровадження не можливо достовірно виконати економічний розрахунок.</li> </ul>

№	Тип кріплення	Переваги та недоліки конструкції
3	<p>Вибухове розвантаження порід сумісно з традиційним податливим / жорстким кріпленням + тампонаж</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– податливість кріплення регулюється в широкому діапазоні;</li> <li>– розвантажені вибухом породи за рахунок утворення тріщин та збільшення об'єму повністю заповнюють пустоти закріпного простору і обтискають кріплення, яке більш ефективно сприймає прояви гірського тиску;</li> <li>– не порушується технологія зведення традиційного кріплення підпорного типу.</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– підривання зарядів на невеликій відстані від контуру викликає його зміщення;</li> <li>– недостатньо пророблена методика встановлення основних геотехнологічних параметрів (кількість шпурів розпушення та їх розташування);</li> <li>– відносно висока трудомісткість та вартість робіт;</li> <li>– значні нерівномірно розподілені по контуру перебори при буровибухових роботах;</li> <li>– необхідність проведення додаткових буровибухових робіт.</li> </ul>
4	<p>Монолітне з/б кріплення що має технологічну податливість</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологічно регульована податливість, що змінюється в широкому діапазоні за рахунок розриву в часі між установкою металевих рам і їх бетонуванням (заповнення двотаврових арок / арок зі спецпрофілю бетоном рекомендується після закінчення інтенсивних зміщень контуру порід, щоб виключити негативний вплив навантажень на процес твердіння бетону);</li> <li>– конструкція особливо ефективна в складних гірничо-геологічних умовах, коли демонтаж тимчасового податливого кріплення викликає небезпечні вивали порід, а постійне кріплення повинно мати високу несучу здатність. Металеві рами повинні протягом 1...1,5 міс працювати в податливому режимі;</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– технологічно-часова складність створення конструкції;</li> <li>– незначна механізація першого етапу зведення кріплення;</li> <li>– значна метало- та матеріалоемність;</li> <li>– оскільки основним конструктивним і технологічним елементом є металеві рами, то всі недоліки властиві металевому кріпленню характерні і для цієї конструкції;</li> </ul>

№	Тип кріплення	Переваги та недоліки конструкції
5	<p>Комбіноване кріплення типу АНТ (арка + набризкбетон + тампонаж) та ШСНТ: – (АНТ-Аб, АНТ-Ак, АНТ-Акб, ЗНТ)</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конструкція і технологія зведення кріплення дозволяють враховувати характер розвитку геомеханічних процесів в масиві навколо гірничої виробки і максимально використовувати переваги підпорного кріплення з несучою здатністю приконтурних порід;</li> <li>– несуча здатність такого кріплення в 2...2,5 рази перевищує аналогічну для аркового кріплення;</li> <li>– операції набризку і тампонажу практично повністю механізовані [20-26];</li> <li>– існує низка модифікацій, що дозволяє значно розширити область застосування та пристосувати кріплення під конкретні гірничо-геологічні умови;</li> <li>– технологія ШСНТ заснована на механізації всіх процесів та суміщенні робіт з проведення та кріплення виробки (включає зміцнення масиву анкерним кріпленням, створення опалубки у вигляді залізобетонної оболонки, набризкбетону та цементно-піщаного шару, що заповнює простір між породою та опалубкою);</li> <li>– для даних типів кріплення існує якісна пророблена методика з визначення їх оптимальних параметрів, ефективність якої неодноразово була підтверджена в складних гірничо-геологічних умовах, що дає змогу рекомендувати таке кріплення як один з ефективних засобів забезпечення стійкості;</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– значний об'єм робіт зі зведення кріплення, що вимагає точної технологічної ув'язки з роботами прохідницького циклу;</li> <li>– не зважаючи на значне заощадження металу, кріплення відносно капітало- та матеріалоємне.</li> </ul>
6	<p>Багатошарове жорстко-податливе кріплення з використанням елементів тертя</p> 	<p>Переваги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– обмежено податлива конструкція, що забезпечує достатній опір зміщенням контуру виробки при утворенні зон руйнування і в той же час запобігає руйнуванню внутрішньої жорсткої оболонки;</li> <li>– необхідний опір податливого шару легко регулюється шляхом зміни максимального опору і кількості елементів тертя;</li> <li>– податливість шару забезпечується регулюванням висоти елемента тертя;</li> </ul> <p>Недоліки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– можлива лише часткова механізація процесу зведення;</li> <li>– технологічна складність виготовлення внаслідок значної кількості конструктивних елементів;</li> <li>– необхідність зведення тимчасового кріплення, ув'язки процесів проведення виробки та зведенням кільця постійного кріплення з відставанням від вибою;</li> <li>– в наслідок відсутності пророблених методик з визначення оптимальних параметрів даного кріплення та без достатнього досвіду впровадження не можливо достовірно виконати економічний розрахунок.</li> </ul>

№	Тип кріплення	Переваги та недоліки конструкції
7	<p data-bbox="237 268 602 368">Застосування технології набризкбетонування для створення податливого шару</p> 	<p data-bbox="1160 236 1585 263">Переваги та недоліки конструкції</p> <p data-bbox="1308 272 1435 300">Переваги:</p> <ul data-bbox="651 309 2096 536" style="list-style-type: none"> <li>– значно спрощується процес зведення податливого кріплення на стінках виробки;</li> <li>– податливість забезпечується включенням в склад композиту гранульованих сипучих сумішей;</li> <li>– можливо досягти повної механізації;</li> <li>– внутрішній жорсткий шар можливо зводити як за традиційною технологією зведення монолітного кріплення, так і шляхом монтажу збірних блочних чи тубінгових елементів;</li> <li>– для виключення неконтрольованого переміщення бетонно-резинової суміші після руйнування на контурі виробки монтуються податливі полоси, що розбивають податливий шар на секції;</li> </ul> <p data-bbox="1308 545 1435 572">Недоліки:</p> <ul data-bbox="651 582 2096 703" style="list-style-type: none"> <li>– розбиття податливого шару на секції призводить до технологічних труднощів при зведенні;</li> <li>– технологічна складність забезпечення рівномірності розміщення податливих включень при набризкбетонуванні;</li> <li>– відсутня пороблена методика з визначення оптимальних параметрів даного кріплення та досвід практичного застосування, що значно обмежує область застосування.</li> </ul>
8	<p data-bbox="282 772 557 831">Двошарове монолітне податливе кріплення</p> 	<p data-bbox="1308 772 1435 799">Переваги:</p> <ul data-bbox="651 809 2096 1035" style="list-style-type: none"> <li>– зовнішній шар, що виконує функції демпферу забезпечує рівномірне розподілення навантаження по контуру виробки;</li> <li>– надійна робота конструкції у податливому режимі забезпечується незалежно від напрямку основних зміщень порід;</li> <li>– податливий шар може використовуватися за тимчасове кріплення;</li> <li>– можлива повна механізація робіт зі зведення як зовнішнього податливого шару (набрызк / за опалубку) так і бетонної оболонки, а фактичну податливість конструкції можна змінювати в широкому діапазоні.</li> </ul> <p data-bbox="1308 1045 1435 1072">Недоліки:</p> <ul data-bbox="651 1082 2096 1343" style="list-style-type: none"> <li>– хоча таке двошарове кріплення розроблене для кріплення виробок в нестійких і слабих породах у зв'язку з технологічними особливостями зведення область застосування обмежена в'язкими та монолітними породами, де відсутня вірогідність значних вивалів та відшарувань;</li> <li>– на технологічні та конструктивні якості двошарового кріплення значною мірою впливає спосіб проведення виробки;</li> <li>– відсутні універсальні матеріалу податливого шару, які б підходили до різних гірничотехнічних ситуацій;</li> <li>– недостатньо пророблена методика по встановленню основних параметрів податливого шару: товщини, несучої здатності та матеріалу.</li> </ul>

Перелічені засоби охорони, враховуючи існуючий досвід підтримання виробок в складних гірничо-геологічних умовах і на великих глибинах розробки вугільних пластів, вважаються найбільш ефективними, оскільки в якості несучого елемента використовують закріплені анкерами або в'язучою речовиною приконтурний масив порід.

Керуючись багаторічним досвідом кріплення виробок українських і закордонних глибоких вугільних шахт на базі німецьких технологій комбінованого кріплення типу А (анкерування + зведення металевих рам + повний тампонаж закріпного простору), прототипом якого є відоме добре зарекомендоване на шахтах Донбасу кріплення АНТ-Акб, можливе використання технології, що включає наступні етапи:

1. Після виїмки породи у вибої встановлюються анкерне кріплення, яке одночасно виконує функцію тимчасового попереднього кріплення, являючись при цьому кріпленням наростаючого опору.

2. На відстані приблизно 30-60 м від вибою встановлюється підпорне кріплення. Конструкція, профіль і відстань між рамами встановлюється розрахунком, відповідно до діючих норм. Виходячи з існуючого досвіду крок між рамами варіюється в межах від 0,5 до 1,5 м.

3. Ще через 15-20 м виконується гідромеханічне заповнення закріпного простору будівельною сумішшю. Традиційно для тампонажних сумішей в якості в'язучого використовується сульфатостійкий портландцемент марок 300-400 з мілкозернистим піском, що містить 8-10% глинистих часток як заповнювач або золу уносу співвідношенням 1:2.

З урахуванням специфіки ведення гірничопрохідницьких робіт на шахтах Українського Донбасу можливо дещо модифікувати наведені вище технології зведення кріплення при збереженні принципу взаємодії кріплення та породного масиву. Головними критеріями при цьому мають бути відносна простота монтажу при забезпеченні необхідного рівня безпеки та надійності.

В найбільш повній мірі цьому відповідає описане вище кріплення АНТ-Акб – для незамкнутого контуру та ЗНТ – для замкнутого в поєднанні з комбінованим двошаровим кріпленням ДонУГІ. Зведення такого комбінованого кріплення можливо за наступною технологічною схемою (рис 4.1, рис. 4.2 для незамкнутого контуру кріплення):

Після виїмки породи у вибої встановлюється рамно-анкерне кріплення, характеристики якого розраховуються відповідно до чинних нормативних документів. Кількість анкерів в ряду, їх довжина і кути нахилу підбираються так, щоб їх кінцевики знаходилися поза розрахунковою зоною зруйнованих порід і були надійно закріплені (рис. 4.1, перший етап, переріз А).

У випадку коли стандартна довжина анкера 2,4 м не забезпечує фіксацію штангового кріплення поза розрахунковою зоною зруйнованих порід, доцільним є використання канатних анкерів. Крім того, якщо вугільний пласт відносно слабкий і крихкий, рекомендується встановлення коротких анкерів довжиною 1,4-1,8 м безпосередньо в пласт і над ним з метою попередження руйнування і випресовування у виробку зруйнованої вугільно-породної маси.

Початкова стійкість рам в площині забезпечується точковим розклинюванням деревом по периметру кріплення та в замковій частині.

При значній площі перерізу для забезпечення необхідної жорсткості каркасу рамного кріплення крім типових трьох / п'яти розстрілів симетрично монтуються ще по два / чотири розстріли.

За наявністю слабких порід на контурі виробки, здатних до розшарування і осипання, кінцевики анкерів з'єднуються підхватами (рис. 4.2), утворюючи єдину запобіжну систему на контурі виробки.

При значній вірогідності зривання порід підшви, коли економічно та технологічно недоцільно застосування замкнутих систем кріплення, рекомендується використовувати підп'ятники (рис. 4.2), а ширину виробки по підшві намагатися мінімізувати, що має частково підвищити її стійкість. Для цього в більшій мірі ніж традиційне кріплення типу КШПУ підходить кріплення

з прямими ніжками типу КМП-А3 (АП) однак в модифікаціях з покращеними характеристиками (спецпрофіля та сталі).

При виборі міжрамного затягування (з/б плитка або металева сітка) враховуються властивості і технологічні параметри речовин для забучування закріпного простору.

Сам міжрамний простір, на мінімальній технологічно доступній відстані від вибою виробки, забучуються або заповнюється ізолюючими піноматеріалами на прикладі матеріалів Mariflex, створюючи тим самим демпферний шар між породним оголенням і підпірним кріпленням з метою більш рівномірного розподілення переважно несиметричного навантаження на рами кріплення.

Таким чином, аналогічно технології зведення АНТ, на даному етапі анкера є кріпленням наростаючого опору, яке не тільки ефективно запобігає розпушенню породного масиву, але й в певній мірі зменшує конвергенцію, а використання ідеї двошарового кріплення ДонУГІ дозволяє повністю механізувати процес зведення податливого демпферного шару та забезпечити заповнення усіх закріпних пустот.

Далі аналогічно технології зведення комбінованого кріплення АНТ, для створення ізолюючої породонесучої оболонки, виконується тампонаж приконтурного масиву порід (рис. 4.1, другий етап, переріз С). Відстань зведення цієї черги кріплення від вибою складає 30-60 м і залежить від двох факторів: закінчення інтенсивних зміщень породного контуру та технологічних особливостей прийнятої схеми спорудження виробки (розташування гірничопрхідницької техніки, перенавантажувачів, засобів відкатки, тощо). Такий підхід дає змогу дещо спростити технологічну ув'язку процесів зведення на цьому етапі кріплення з роботами прохідницького циклу.

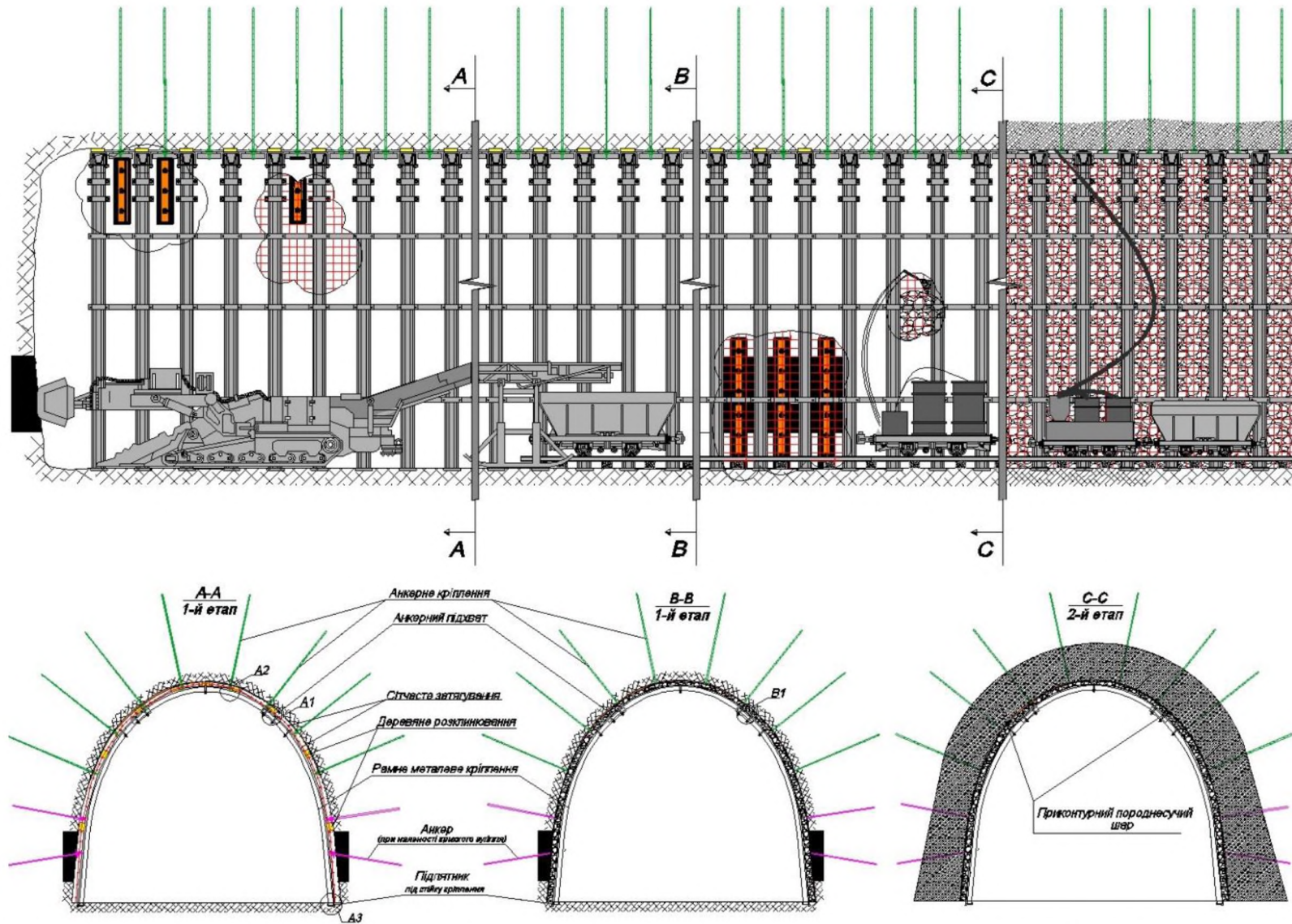
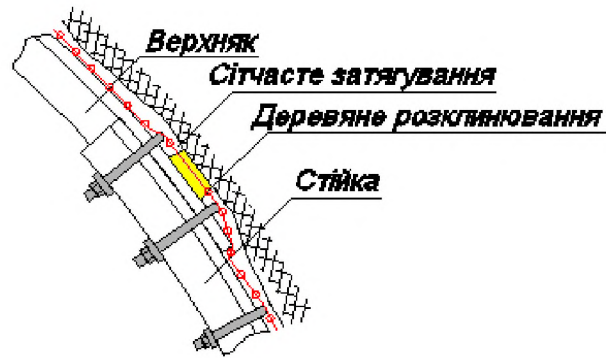


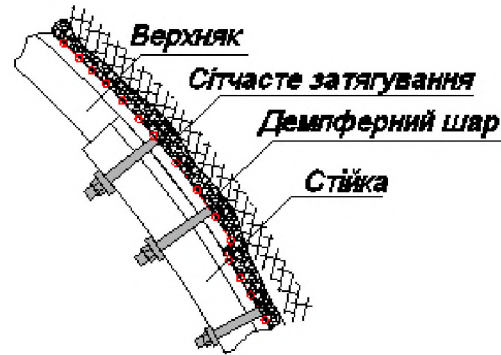
Рис. 4.1. Принципова схема кріплення капітальної гірничої виробки в умовах великих зміщень породного контуру



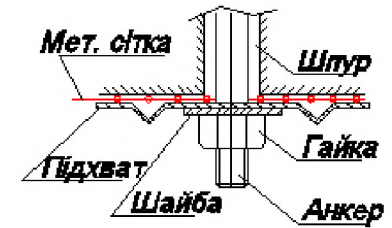
**Вузол А1**  
Принципова схема  
замка кріплення  
(1-й етап)



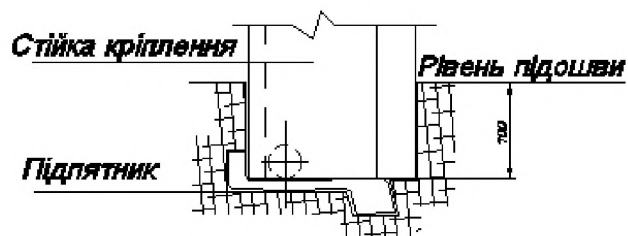
**Вузол В1**  
Принципова схема  
замка кріплення  
(2-й етап)



**Вузол А2**  
Принципова схема  
використання штангового кріплення  
з підхватом



**Вузол А3**  
Принципова схема  
підлятника під стійку кріплення  
(Варіант 1)



**Вузол А3**  
Принципова схема  
підлятника під стійку кріплення  
(Варіант 2)



**Конструкція підхват**

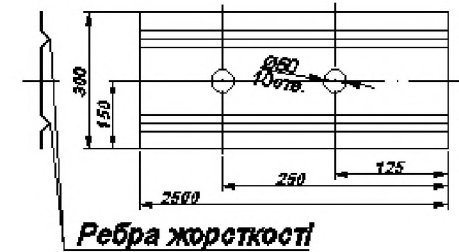


Рис. 4.2. Конструкції вузлів кріплення

#### **4.2. Економічне обґрунтування доцільності зведення комбінованого кріплення уклону в зонах ПГТ**

З моменту проведення і до теперішнього часу, для ефективної і безпечної експлуатації уклон блоку №10 ПАТ «Шахтоуправління «Покровське» вимагає постійного проведення ремонтно-відновлювальних робіт, основу частку яких складають роботи з усунення негативних наслідків здимання порід підосви та перекріплення ділянок виробки, що не відповідають ПБ і в основному приурочені до місць впливу мілкоамплітудних геологічних порушень. При цьому для подальшого розвитку гірничих робіт, траса уклону постійно подовжується з відповідним збільшенням середньої глибини його закладення і зменшенням загальної стійкості виробки при використанні паспортних засобів охорони.

Для встановлення розрахункових витрат з виконання ремонтних робіт була використана система ціноутворення, основою якої є дійсні нормативно-розрахункові показники і ціни на матеріально-технічні ресурси.

Безпосередньо розрахунок параметрів економічного обґрунтування виконувався за допомогою програмного комплексу «Строительные технологии – Смета<sup>©</sup> Computer Logic<sup>®</sup> Ltd.», на основі «Правил визначення вартості будівництва» (ДБН Д. 1.1 -1 -2000), «Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи (РЭСН, ДБН Д.2.2-99) та збірника Е35 «Гірничопрохідницькі роботи».

Вихідні данні, щодо розрахунку витрат при забезпеченні стійкості уклону наведені в табл. 4.2.

Вихідні дані для розрахунку орієнтовних витрат на виконання робіт із підтримання проектних показників уклону

№	Характеристика	Значення
1.	Тип і профіль прийнятого кріплення	КШПУ-22,0 із СВП 33
2.	Крок встановлення рам кріплення, м	0.5
3.	Розрахункова вартість $P_{кр}$ з перекріплення 1 м уклону, грн., з урахуванням демонтажу / монтажу кріплення і затягування в припущенні, що 30% рам кріплення підлягають заміні і повністю не відновлюються	7825 грн/м в т.ч. демонтаж кріплення – 1221 грн. (з них ЗП 1038), перекріплення – 6604 грн. (з них ЗП 1759)
4.	Розрахункова вартість $P_n$ підривання 1 м порід підошви, тис. грн., при мінімальній висоті шару 0.3 м і ширині виробки в проходці 6.35 м	1422 грн/м (в т.ч. ЗП 1121 грн.)
5.	Вартість матеріалів $P_\delta$ для заповнення закріпного простору і створення демпферного шару на 1 м, грн. (на прикладі карбофілу з 35% розширенням)	188,00 грн/м (2 м <sup>3</sup> /п.м., 40 кг/м <sup>3</sup> – 46 грн./м <sup>3</sup> ) в т.ч ЗП 96 грн
6.	Вартість матеріалів $P_m$ тампонажної суміші для створення приконтурної породонесучої оболонки на 1 п.м. виробки, грн. (на прикладі поліуретанової двохкомпонентної суміші Беведол – Беведан з ін'єкційною системою ИРММА трьома анкерами довжиною 1.5-2.5 м)	752,00 грн/м (при витраті суміші 40 кг/шпур за ціною 45 грн./кг. та ін'єкційної системи загальною вартістю 400 грн./п.м.) в т.ч. ЗП 217 грн

Прямі витрати (усереднені, без ПДВ) на матеріали для ремонту виробки складають:

– з перекріплення (в припущенні, що перекріплюються ділянки виробки з найнижчим показником стійкості, а саме в місцях впливу геологічних порушень, загальна довжина  $L_{кр}$  якої складає 330 м):

$$C_m = P_{кр} \cdot L_{кр} = 7.825,00 \cdot 330 = 2.582.250,00 \text{ грн.};$$

– з підривання порід підосви за усередненим показником величини здимання порід, яка заважає виконанню необхідних технологічних операцій у виробці і знижує необхідну для вентиляції площу перерізу:

$$C_n = P_n \cdot L_{кр} = 1.422,00 \cdot 330 = 469.260,00 \text{ грн.};$$

– зі створення демпферного шару між кріпленням і породним контуром:

$$C_d = P_d \cdot L_{кр} = 188,00 \cdot 330 = 62.040,00 \text{ грн.};$$

– зі створення приконтурної породонесучої оболонки:

$$C_m = P_m \cdot L_{кр} = 752 \cdot 330 = 248.160,00 \text{ грн.};$$

При цьому заощадження прямих витрат за рахунок виключення ремонтних робіт для виробки незамкнутого перерізу складе:

$$E_p = (C_m + C_n) - (C_d + C_m) = 2.741.310 \text{ грн.}$$

В припущенні, що роботи з перекріплення і підривання порід підосви будуть проводитися раз в шість років економічний ефект  $E$  складе приблизно 1300 грн./п.м.

Таким чином, використання комбінованого рамно-анкерного кріплення, що має технологічну податливість з наступним ін'єкційним зміцненням приконтурного масиву порід дозволяє забезпечити тривалу стійкість капітальних виробок в умовах великих зміщень породного контуру за рахунок рівномірного розподілення навантаження на кріплення і збільшення несучої здатності кріплення майже в 2 рази за умов виконання якісного тампонажу. Крім цього, існуючий досвід експлуатації аналогічних систем кріплення, показує гарні результати, щодо зниження ймовірності здимання порід підосви і наступних ремонтних робіт.

## **Висновки за розділом 4**

За розділом 4 зроблено наступні висновки:

Розроблений та обґрунтований комплекс заходів і технічних рішень з підвищення тривалої стійкості уклону.

Запропоновано конструктивні рішення комбінованого технологічно-податливого кріплення для складних гірничо-геологічних умов шахт Центрального Донбасу, які полягають в забезпеченні рівномірного розподілення навантаження на кріплення виробки, ізоляції породного контуру від виробленого простору і часткове керування процесами, які протікають в межах виробки шляхом регулювання міцності демпферного шару і породонесучої оболонки.

Очікуєма економічна ефективність від застосування технологічно-податливого кріплення в місцях впливу мілкоамплітудних геологічних порушень основної траси уклону складає 2.741.310 грн., або близько 1300 грн./п.м.

## **РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПРОМИСЛОВА БЕЗПЕКА**

### **5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів**

Виробничі фактори залежно від наслідків, до яких може привести їх дія, прийнято підрозділяти на небезпечні та шкідливі.

Небезпечний виробничий фактор - фактор, вплив якого на працюючого у певних умовах приводить до травми або різкого погіршення здоров'я.

Шкідливий виробничий фактор - фактор, вплив якого на працюючого у певних умовах приводить до захворювання або зниження працездатності.

В залежності від рівня та тривалості впливу шкідливий фактор може стати небезпечним. За природою дії на організм людини небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться фактори, що характеризують технологічний процес (рухомі машини та механізми, рухомі частини обладнання, вироби, заготовки та матеріали, що пересуваються, гострі кромки, заусениці; підвищена або знижена температура поверхонь обладнання або матеріалів; підвищене значення електричної напруги, підвищений рівень статичної електрики), та фактори, що характеризують повітря виробничих приміщень (підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони, метеорологічні умови, підвищений рівень шуму, ультразвукових коливань, вібрації на робочому місці, недостатня освітленість робочої зони і т. п.).

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються:

– за характером впливу на людину на: токсичні (викликають отруєння організму), дратівні, сенсibiliзуючі (викликають алергію), канцерогенні (викликають злжакісні утворення), мутагенні (впливають на зміну спадковості), репродуктивні;

– за шляхом проникнення у організм людини: проникаючи через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкіру та слизові оболонки.

Біологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори містять такі біологічні об'єкти: мікроорганізми (бактерії, віруси та ін.) та продукти їх життєдіяльності, макроорганізми (рослини та тварини).

Психофізіологічні - фізичні та нервово-психічні перевантаження.

Класифікацію небезпечних та шкідливих виробничих факторів потрібно навести лише для конкретного виробничого приміщення, для якого в подальших структурних частинах розділу буде проводитись аналіз умов праці.

В даному випадку, до основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів можливо віднести наступні категорії:

- Шкідливі гази;
- Радіаційна безпека;
- Запиленість повітря;
- Шумове навантаження;
- Вплив вібрації;
- Освітлення;
- Протипожежний захист;
- Загальні питання техніки безпеки при виконанні робіт;
- Поведінка робітників при аварії;
- Тощо.

## **5.2. Інженерно-технічні заходи з охорони праці**

В даному підорзділі передбачається ряд заходів щодо попередження небезпечних і шкідливих виробничих факторів (газ, підвищена запиленість, шум, вібрація для працюючого на комбайні, недостатня освітленість).

### ***Вплив шкідливих газів.***

Для захисту органів дихання при підземних аваріях, пов'язаних з утворенням непридатною для дихання атмосфери, використовуються

ізолюючі саморятівники ШСС-1У. Для відводу шкідливих газів і забезпечення свіжим повітрям працюють в забої, використовується вентилятор місцевого провітрювання ВМ-6м. Щозміни машиніст комбайну зобов'язаний брати в шахту ТМРК, а ланковий, сигналізатор метану безперервної дії. ТМРК встановлюється на комбайні, а "Сигнал" – в забої не далі 3-5 м.

### ***Радіаційна безпека.***

Основний причинного підвищеного рівня радіації в шахті є намівання радіоактивних частинок, з подальшою їх концентрацією в загальношахтних водозбірниках. У разі перевищення ПДУ радіації за рішенням головного інженера буде вжито заходів щодо скорочення часу перебування людей в небезпечній зоні і ін.

### ***Запиленість повітря у виробках.***

Для зниження запиленості повітря при роботі комбайна проводиться зрошення водою відповідно до паспорта протипилових заходів. Згідно графіка проводиться прибирання і обмивання відкладеного пилу. Для захисту органів дихання застосовуються індивідуальні протипилові респіратори.

### ***Шумове навантаження.***

Для того щоб шумові навантаження в проведеному забої не перевищували допустимі норми, необхідно використовувати обладнання тільки серійного виготовлення, допущене до застосування в шахтах відповідно до вимог нормативних документів. У разі перевищення допустимого рівня шуму на робочому місці застосовуються засоби індивідуального захисту від шкідливого впливу шуму (наушники, беруші). З метою зниження шуму всі працюючі в забої механізми регулярно оглядаються і змащуються.

### ***Вплив вібрації.***

Зниження вібрації працюють в забої механізмів досягається шляхом використання вібробезпечної техніки. У разі перевищення вібрації більш гранично допустимих значень застосовуються індивідуальні засоби захисту (віброзахисні рукавиці і взуття). При монтажі обладнання повинна



забезпечуватися співвісність обертових вузлів і деталей, затягування болтів і гайок. Забороняється експлуатація несправного обладнання.

### ***Освітлення.***

Для освітлення вибою застосовуються ліхтарі встановлені на комбайні. Для освітлення робочого місця, відповідно до прийнятих норм, використовуються індивідуально закріплені за кожним робочим шахтні світильники СВГ. Розподільні пункти, місце установки приводів, пункт розвантаження повинні бути освітлені світильниками РВЛ 15 ÷ 20.

### ***Контроль за дотриманням пилогазового режиму.***

Безперервний автоматичний контроль за вмістом метану в привибійному просторі і в струмені повітря, що виходить із забою здійснюється апаратурою автоматичного газового захисту АТ-3-1. Контроль кількості повітря здійснюється апаратурою АПТВ. Контроль за станом засобів пилоподавлення в забої здійснює машиніст, черговий електрослюсар, механік ділянки і гірничий майстер.

### ***Протипилові заходи в забої.***

Пилопригнічення у виробці здійснюється відповідно до «Інструкції з комплексного знепилювання повітря». Пилопригнічення здійснюється водою, що надходить з ППС  $\varnothing = 150$  мм. Водяні заслони встановлюються відповідно до п.п. 3.6.15-3.6.17 «ПБ». Боки й покрівля виробки згідно п. 3.6.13 «ПБ» повинні періодично обмиватися водою.

### ***Очищення від пилу вентиляційного потоку повітря.***

Очищення від пилу вентиляційного потоку повітря проводиться за допомогою водяної завіси ВЗ-1, яка встановлюється на заїзді. Завіса включається періодично (в період найбільшого пилоутворення, тобто при обробці комбайном середньої та верхньої частини забою). Завіса підключається до ППС через окремий кран КПМ-25. Згідно «Інструкції №1 до ПБ у вугільних шахтах» п.6.3 витрата рідини для водяної завіси повинен бути рівним 0,1 л на 1 м<sup>3</sup> з вироблення повітря при тиску 0,5 МПа.

### ***Пиловий контроль.***

Оцінка пилової обстановки в привибійній зоні проводиться після досягнення планових показників по проходці. Перед вимірюванням запиленості повітря проводиться настройка протипилового обладнання на оптимальний режим роботи. Проби повітря на запиленість відбираються в зоні роботи комбайна, в місці перевантаження породи на транспортні засоби та в 10 м від водяної завіси. Отримані усереднені значення запиленості приймаються за технічно досяжний рівень щодо зазначених контрольних зон. У разі підвищення досягнутого рівня запиленості проводиться корегування паспорту знепилюючих заходів.

### **5.3. Пожежна профілактика**

#### ***Загальні положення.***

На кожній шахті повинен бути розроблений проект протипожежного захисту відповідно до вимог НАПБ Б.01.009-2004. ППЗ шахти має бути спроектований і виконаний так, щоб запобігти виникненню пожежі, а у разі її появи - забезпечувалась можливість її ефективної локалізації та гасіння на початковій стадії.

Кількість і вид технічних засобів ППЗ, вогнегасні засоби, що вживаються, джерела і засоби подавання води для пожежогасіння, запас спеціальних вогнегасних речовин визначаються НАПБ Б.01.009-2004 та відповідними вимогами чинного законодавства.

Під час розробки ПЛА мають бути здійснений розрахунок і прийнято режим вентиляції, що сприяє у разі виникнення пожежі запобіганню самочинному перекиданню вентиляційного струменя, поширенню газоподібних продуктів горіння виробками, де перебувають працівники, зниженню активності пожежі, створенню найбільш сприятливих умов для її гасіння та попередженню вибухів горючих газів. Прийнятий вентиляційний режим має бути керованим і сталим.

Проекти автоматичних систем пожежної сигналізації та пожежогасіння підземних і поверхневих об'єктів вугільних шахт мають бути розроблені відповідно до НАПБ Б.01.009-2004.

***Попередження підземних пожеж від зовнішніх причин [27].***

1. У підземних виробках і надшахтних спорудах мають використовуватися технологічні процеси, матеріали та обладнання, що забезпечують пожежобезпеку.

Вогневі роботи в підземних виробках і надшахтних спорудах мають виконуватися тільки за наявності дозволу територіального органу Держгірпромнагляду відповідно до постанови КМУ від 15.10.2003 N 1631, а також за умови дотримання заходів безпеки, передбачених НАПБ Б.01.009-2004, та вимог чинного законодавства.

2. Не допускається в підземних виробках і надшахтних спорудах використовувати і зберігати легкозаймисті матеріали. Мастильні та обтиральні матеріали мають зберігатися в закритих ємкостях у кількостях, що не перевищують добову потребу. Запаси мастил і мастильних матеріалів понад добову потребу слід зберігати в герметично закритих посудинах у спеціальних камерах (приміщеннях), що закріплені негорючими матеріалами і мають металеві протипожежні двері.

У разі виникнення аварійних витікань горючих рідин або їх проливання треба вжити заходів щодо прибирання та приведення місця проливання в пожежобезпечний стан. Використані мастильні та обтиральні матеріали повинні щодоби видаватися на поверхню.

3. Конвеєрні стрічки, вентиляційні труби, оболонки електричних кабелів та інші вироби, що застосовуються в гірничих виробках і надшахтних спорудах, мають бути виготовлені з важкогорючих або важкозаймистих матеріалів, що не поширюють полум'я на поверхні.

Показники пожежної безпеки повинні відповідати вимогам чинного законодавства. До експлуатації у вугільних шахтах допускаються конвеєрні

стрічки, які витримали вхідний контроль відповідно до вимог чинного законодавства.

Величина поверхневого електричного опору матеріалів вентиляційних труб і конвеєрних стрічок не повинна перевищувати  $3 \cdot 10^8$  Ом.

Не допускається використовувати деревину та інші горючі матеріали для футеровки барабанів і роликів конвеєрів, закріплення приводних і натяжних станцій стрічкових конвеєрів, улаштування пристосувань, що запобігають сходженню стрічки вбік, підкладок під конвеєрні стрічки, перехідних містків через конвеєри.

Допускається застосування деревинних матеріалів, просочених вогнезахисною сумішшю, для виготовлення встановочних брусів і підкладок під стрічкові і скребкові конвеєри (крім приводних станцій), для влаштування майданчиків у місцях посадки і сходження працівників з конвеєрів і тимчасових настилів під обладнання (поза приводними станціями).

4. У разі експлуатації стрічкових конвеєрів не допускаються:

а) робота конвеєра за відсутності або несправності засобів контролю тиску води в протипожежному трубопроводі, прокладеному у конвеєрній виробці;

б) робота конвеєра за відсутності або несправності засобів протипожежного захисту;

в) робота конвеєра за відсутності або несправності захисту від пробуксовки, заштибування, сходу стрічки убік і зменшення швидкості;

г) одночасне управління автоматизованою конвеєрною лінією з двох і більше місць (пультів), а також стопоріння рухомих елементів апаратури способами і засобами, не передбаченими інструкцією заводу-виробника;

г) просипання вугільного штибу, піску між стрічкою та приводними барабанами;

д) робота конвеєра з несправними роликами або за їх відсутності;

е) використання гумотросових стрічок за зношення обкладок робочих поверхонь на 50 % і більше.

5. Система управління стрічковими конвеєрами повинна бути обладнана датчиками тиску води, які не допускають включення і забезпечують відключення приводу конвеєра при тиску в протипожежному трубопроводі нижче від нормативної величини.

6. Приводні та натяжні станції стрічкових конвеєрів повинні бути обладнані стаціонарними автоматичними установками пожежогасіння згідно з вимогами чинного законодавства.

7. У діючих гірничих виробках згідно з вимогами НАПБ Б.01.009-2004 має бути прокладений пожежно-зрошувальний (протипожежний) трубопровід, що забезпечує необхідні витрату і тиск води для гасіння пожежі в будь-якому місці гірничих виробок шахти.

Трубопровідна арматура і трубопровід мають відповідати вимогам чинного законодавства. Діаметр трубопроводу визначається розрахунком, але повинен бути не менше 100 мм.

Трубопровід повинен бути постійно заповнений водою під тиском, що забезпечує її витрату, достатню для гасіння пожежі.

Не допускається використання протипожежного трубопроводу не за призначенням (подача повітря, відкачування води), крім як для знепилювання.

Обслуговування та ремонт трубопроводів, а також інших первинних засобів пожежогасіння повинні проводитися спеціальним підрозділом (службою) під керівництвом посадової особи або фахівця, призначеного наказом директора шахти (уповноваженої особи).

8. Для контролю за станом протипожежного захисту шахт один раз на півріччя проводяться перевірки, які поєднуються із заходами щодо підготовки до погодження ПЛА та здійснюються шахтними комісіями за участю представників ДАРС (ДВГРС). Результати перевірок оформлюються актами.

Один раз на три роки за участю представників ДАРС (ДВГРС) проводиться гідравлічна зйомка (вимір втрати напору води) пожежно-зрошувального трубопроводу, результати якої використовуються для

розробки програми прокладання та замінення пожежно-зрошувального трубопроводу з урахуванням розвитку гірничих робіт.

#### ***Противожежний захист.***

Гірнична виробка обладнується ППС, пожежними кранами з рукавами, засувками і первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок) відповідно до вимог п.п. 6.1.1., 6.1.2., 6.1.3. «ПБ» і «Інструкцією з протипожежного захисту вугільних шахт».

#### **5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Всі працівники шахти повинні твердо знати правила поведінки в аварійних умовах, місця, де розташовані засоби протипожежного захисту і самопорятунку, і вміти користуватися ними.

Люди, що знаходяться в шахті і помітили ознаки аварії (пожежа або вибух газу або вугільного пилу, обвалення, затоплення, загазування, раптова зупинка вентилятора головного провітрювання, загальношахтне відключення електроенергії, застрявання в столі кліті з людьми або обрив каната, ураження електрострумом або отруйними хімічними речовинами, нещасний випадок) зобов'язані негайно повідомити про це гірничому диспетчеру або змінному інженерно-технічному працівнику.

Всі працівники шахти зобов'язані твердо засвоїти наступні основні правила особистої поведінки під час аварій:

#### ***Пожежа або вибух.***

При виявленні у виробках диму необхідно негайно включитися в саморятівник і рухатися по ходу вентиляційного потоку до найближчих виробках зі свіжим струменем до допоміжному столу і на поверхню. Зміна напрямку вентиляційного потоку під час руху свідчить, що відбулося загальношахтне реверсування вентиляційного потоку. В цьому випадку необхідно продовжувати рух назустріч реверсивної свіжому потоку не вимикаючи з саморятувальника, до головного стволу. Необхідно пам'ятати, що

при нормальному режимі провітрювання запасним виходом з шахти є допоміжний ствол, а при реверсивному – головний ствол.

При виявленні вогнища пожежі, перебуваючи з боку свіжого струменя повітря, необхідно включитися в саморятівник і почати гасіння первинними засобами пожежогасіння. Якщо неможливо загасити пожежу наявними засобами, слід вийти з тупикової виробки на свіжий струмінь і відключити електроенергію на механізми. При цьому вентилятори місцевого провітрювання повинні працювати в нормальному режимі.

При пожежі в тупиковій виробці на деякій відстані від вибою людям, що знаходяться за осередком пожежі, необхідно включитися в саморятівники і, захопивши наявні засоби пожежогасіння, слідувати до виходу з тупикової виробки, вжити всіх можливих заходів до переходу через вогнище пожежі і її гасіння. Якщо перейти через вогнище пожежі неможливо, необхідно відійти від вогнища і приготувати підручні матеріали для зведення перемичок

### ***Обвалення.***

Люди, захоплені обваленням порід покрівлі, повинні вжити заходів до звільнення постраждалих, які перебувають під завалом, встановити характер обвалення і можливість безпечного виходу через купольну частину виробки. Якщо вихід неможливий, слід встановити додаткове кріплення (ремонтіни) і приступити до розбирання завалу. У разі, коли це виконати неможливо, необхідно чекати приходу рятувальників, подаючи сигнали за встановленим кодом про металеві (тверді) предмети. Перші сигнали повинні подаватися шляхом багаторазових ударів твердим предметом по ґрунту, покрівлі або боків виробки, рейках, трубопроводу, елементам кріплення. Після отримання відповідного сигналу слід спробувати встановити мовний зв'язок. Якщо це не вдається, необхідно продовжувати передачу інформації за допомогою ударів в певній комбінації. У всіх випадках послідовно подаються 2 групи сигналів. Перша група вказує, скільки людина знаходиться за завалом, друга - інформує про місцезнаходження людей.

### **Загазування.**

При загазування слід включитися в саморятівник, вийти з виробку, відключити електроенергію і поставити знак, який забороняє вхід у виробки. Повідомити про загазування гірничий диспетчер.

### ***Ураження електрострумом.***

Люди, що виявили потерпілого, відключають електроенергію з електрообладнання та кабелю, який стосується потерпілого, звільняють потерпілого, роблять йому штучне дихання, повідомляють про те, що трапилося гірничому диспетчеру.

### ***Протиаварійний захист.***

#### *Оповіщення людей про аварію.*

При виникненні аварії на шахті оповіщення людей у тупиковому вибої здійснюється гірничим диспетчером по телефону або ІГАС. Особа, яка отримала повідомлення про аварію, сповіщає інших робітників.

#### *Дія людей при аварії.*

Люди, захоплені аварією, повинні діяти відповідно до «Правилами поведінки працівників при аваріях», «Планом ліквідації аварій» або слідувати конкретними вказівками головного інженера.

#### *Колективні засоби захисту.*

Роботи дозволяються тільки при наявності всіх засобів колективного захисту.

Колективними засобами захисту людей від аварій в забої є:

– засоби пиловибухозахисту - водяні заслони і комплекс заходів по боротьбі з пилом.

– засоби пожежогасіння - протипожежний трубопровід з оснащенням, вогнегасники і ящики з піском.

– кошти газового захисту і забезпечення забою повітрям.

#### *Індивідуальні засоби захисту.*

До робіт допускаються робітники тільки при наявності всіх необхідних індивідуальні засоби захисту.



До індивідуальних засобів захисту відноситься саморятівник ШСС-1У, який необхідно носити на плечі. Саморятівник повинен знаходитися не далі витягнутої руки. Для захисту очей застосовуються захисні окуляри, екрани і щитки.

При бурінні шпурів, управлінні лебідками, обслуговування компресорів застосовуються ЗІЗ органів слуху (беруші). У підготовчих заботах крім захисних касок, в обов'язковому порядку застосовуються ЗІЗ хребта (протирадикулітний пояс), рук (рукавиці) і ніг (чоботи з металевими носками) для працюючих.

### **Висновки за розділом 5**

В розділі «Охорона праці та промислова безпека» розглянуто конкретні питання гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки, у тому числі питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## ВИСНОВКИ

Аналіз гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов підготовки та відпрацювання запасів на «ШУ «Покровське» свідчить про наявність низки особливостей геологічної будови пласта  $d_4$ , які значно погіршують ведення гірничих робіт та підтримку виробок.

Одними з найбільш суттєвих особливостей для умов блоку №10 є велика кількість мілкоамплітудних геологічних порушень, які заздалегідь неможливо виявити і урахувати відповідними заходами, та наявність значного водопритоку, що негативно впливає не тільки на стан порід але й на експлуатаційний стан виробок.

В якості об'єкта будівництва була прийнята протяжна похила магістральна виробка, а саме уклон блоку №10 «ШУ «Покровське» в місцях впливу підвищеного гірського тиску.

За допомогою методу скінченних елементів змодельовані різноманітні варіанти забезпечення стійкості уклону.

Отримано конфігурації та розміри зони руйнацій навколо уклону по основній його трасі та в місці мілкоамплітудного геологічного порушення розривного характеру типу «скид».

Дана загальна оцінка стану породного масиву навколо уклону блоку №10 на основі прийнятих розрахункових схем з урахуванням гірничо-геологічних особливостей при проведенні виробок блоку №10, яка тісно корелює з результатами попереднього візуального моніторингу та даним маркшейдерської служби шахти та діляниці РГВ.

Виконана оцінка напружено-деформованого стану породного масиву та кріплення уклону в звичайних умовах, що дало змогу підтвердити адекватність прийнятих розрахункових схем та методики в цілому.

Виконана оцінка стану породного масиву на основі розрахункової схеми, що відповідає ускладненим умовам залягання пласта, зокрема при наявності геологічного порушення.

Отримано розрахункові зміщення на контурі виробки та в породному масиві відповідно до обраного типу кріплення.

Розроблений та обґрунтований комплекс заходів і технічних рішень з підвищення тривалої стійкості уклону.

Запропоновано конструктивні рішення комбінованого технологічно-податливого кріплення для складних гірничо-геологічних умов, які полягають в забезпеченні рівномірного розподілення навантаження на кріплення виробки, ізоляції породного контуру від виробленого простору і часткове керування процесами, які протікають в межах виробки шляхом регулювання міцності демпферного шару і породонесучої оболонки.

Розглянуто конкретні питання гігієни праці, виробничої санітарії, техніки безпеки, пожежної безпеки, у тому числі питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Інтернет ресурс. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%B%D1%8C%D0%BD%D0%B0\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D1%96%D0%B%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8).
2. Шахтоуправління «Покровське». Інтернет ресурс. Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%BE%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F\\_%C2%AB%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5%C2%BB](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%BE%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%C2%AB%D0%9F%D0%BE%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5%C2%BB).
3. Производственные мощности. Інтернет ресурс. Режим доступу: <http://pokrovskoe.com.ua/company/development>.
4. Шашенко А.Н., Тулуб С.Б., Сдвижкова Е.А. Некоторые задачи статистической геомеханики. – К.: Універ. вид-во “Пульсари”, 2002. – 304 с.
5. Хозяйкина Н.В., Сдвижкова Е.А. Закономерности изменения напряженно-деформированного состояния породного массива на первом этапе отработки угольного пласта // Сборник научных трудов НГУ. – Днепропетровск: РИК НГУ. – Т.1, №17. – 2003. – С. 306-311.
6. Сдвижкова Е.А. Устойчивость подземных выработок в структурно-неоднородном породном массиве со случайно распределенными свойствами: Дис...докт.техн.наук: 05.15.11. – Днепропетровск, 2002. – 410 с.
7. Ержанов Ж.С., Каримбаев Т.Д. Метод конечных элементов в задачах механики горных пород. – Алма-Ата: Наука, 1975. – 238 с.
8. Фадеев А.Б. Метод конечных элементов геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.

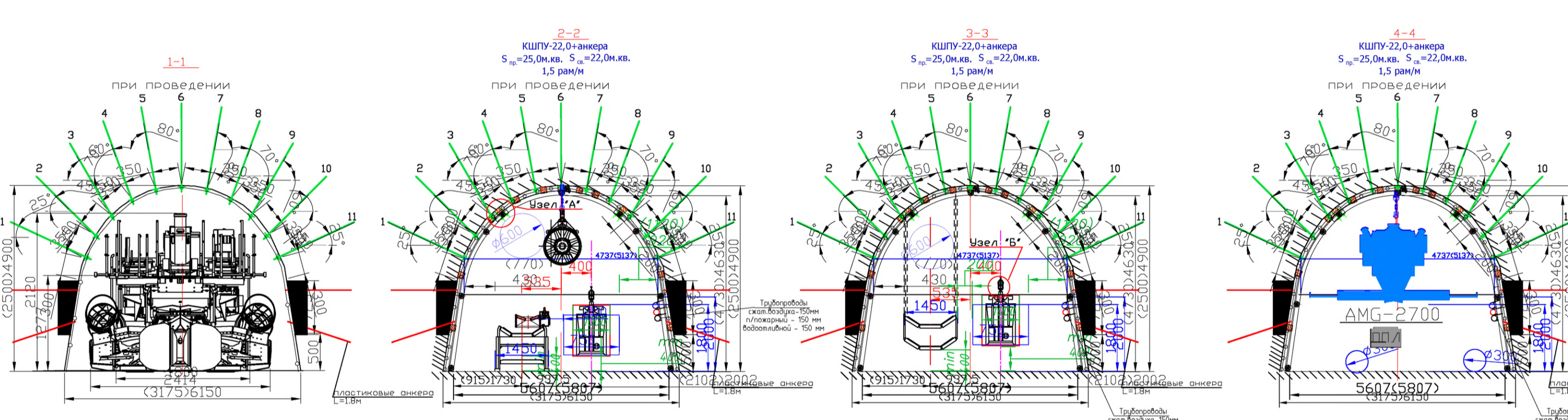
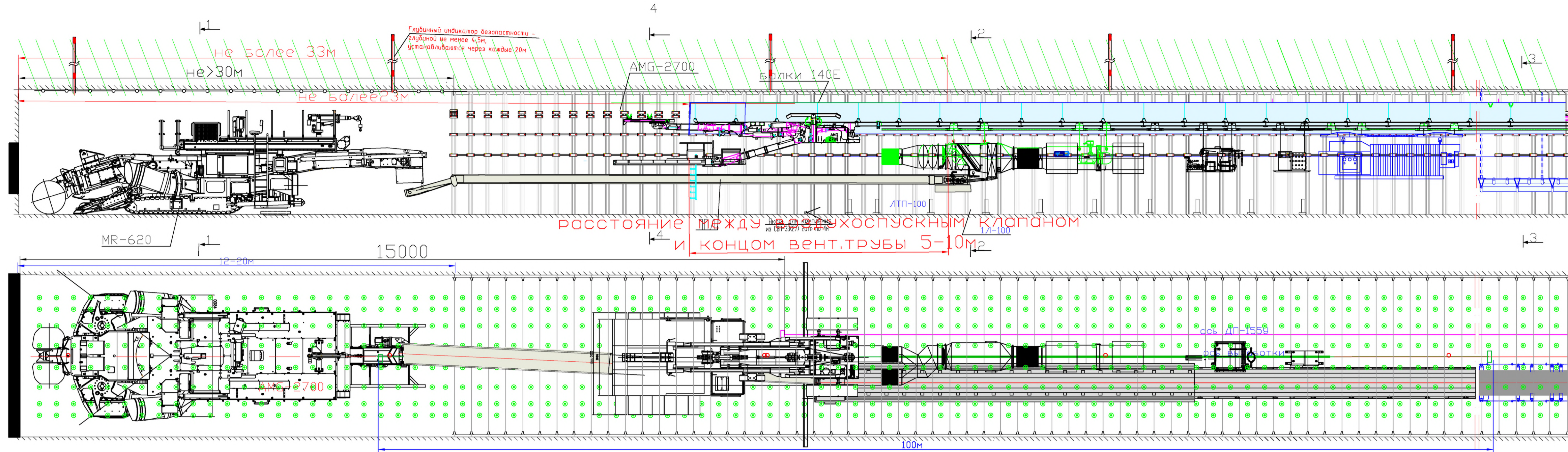
9. Норри Д., Фриз Ж. Введение в метод конечных элементов. – М.: Мир, 1981. – 304 с.
10. Амусин Б.З., Фадеев А.Б. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. – М.: Недра, 1975. – 144 с.
11. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Гапеев С.Н. Определение напряженно-деформированного состояния породного массива с учетом эффекта разупрочнения в зоне разрыхления // Разработка рудных месторождений. Науч.-техн. сб.– Кривой Рог: КрГУ, 2005.– Вып. 88. – С. 44-49.
12. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В. Упругопластическое состояние породного массива, дилатирующего в окрестности подземной выработки // Геотехническая механика.– Днепрпетровск: ИГТМ НАН Украины.– 2005.– №61. – С. 230-241.
13. Шашенко А.Н., Гапеев С.Н. Математическая модель процесса потери упругопластической устойчивости породного массива в окрестности одиночной выработки // Гірничовидобувна промисловість України і Польщі: актуальні проблеми і перспективи: Матеріали Українсько-Польського форуму гірників –2004.– Дніпропетровськ: НГУ, 2004. – С. 75-80.
14. Шашенко А.Н., Гапеев С.Н. Подход к моделированию возмущенного процесса при исследовании потери упругопластической устойчивости почвы одиночной выработки // Современные проблемы шахтного и подземного строительства: Материалы международного научно-практического симпозиума. – Донецк: Норд-пресс, 2004. – Вып. 5. – С. 56-63.
15. О.М. Шашенко, Т. Майхерчик, О.О. Сдвижкова. Геомеханічні процеси у породних масивах: Моографія. – Дніпроп-ськ: НГУ, 2005. – 319 с.
16. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П. Механика горных пород. – К.: Новый друк, 2004. – 400 с.
17. Бенерджи П., Батеерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 494 с.

18. Амусин Б.З., Троицкий А.П., Фадеев А.Б. Применение метода конечных элементов к задачам горной геомеханики // Тезисы докладов к конференции по применению ЭВМ в строительной механике. – М.: 1972. – С. 16-20.
19. Cook H.G.W., Hoek E. Rock mechanics Appling to the Study of Rock bursts.– J. of the South A.J. of Min. and Met.– 1966.– pp. 435-528.
20. Максимов А.П., Рева С.Н., Стыцин В.И., Евтушенко В.В. Эффективность применения комбинированных крепей для основных выработок шахт Западного Донбасса // Совершенствование технологии и повышение эффективности разработки месторождения угля Западного Донбасса: Тезисы докл., (19–20 окт. 1973 г., г.Днепропетровск). – Днепропетровск, 1973. – С. 36-37.
21. Максимов А.П., Рева С.Н., Стукалов В.Л. Крепление и поддержание капитальных выработок при слабых горных породах (на примере Западного Донбасса) // Исследование горного давления и способов охраны подготовительных выработок: Тез докл. четвертого семинара (1–3 октября 1974г.). – Караганда, 1974. – С. 43.
22. Рева С.Н., Максимов А.П. Опыт применения замкнутых и комбинированных крепей в условиях слабых и неустойчивых пород // Проведение и крепление горных выработок в условиях неустойчивых горных пород: Всесоюз. семинар. – Павлоград, 1976.
23. Максимов А.П., Шашенко А.Н., Роечко А.Н. Комбинированная крепь АНТ и методика определения основных ее параметров // Крепление, поддержание и охрана горных выработок: Сб. науч. тр. /АН СССР. – Новосибирск, 1983. – С. 52-54.
24. Максимов А.П. Новые комбинированные крепи капитальных горных выработок с направленным использованием несущей способности приконтурного массива // Шахтное строительство. – 1985. – № 5. – С. 13-16.

25. Максимов А.П., Шашенко А.Н., Дрышлюк А.А. К определению параметров технологии возведения комбинированной крепи, использующей несущую способность приконтурного массива // Технология строительства горных выработок: Межвуз. сб. науч. тр. – Кемерово, 1985. – С. 56-63.
26. Шашенко А.Н., Калашников А.И., Жолоб А.А. Оптимизация конструкции комбинированной крепи типа ШСНТ // Технология, механизация и организация строительства угольных и рудных шахт: Межвуз. сб. науч. тр. / Кузбасский политехн. Ин-т. – Кемерово, 1992.
27. Интернет ресурс. Режим доступа: <http://ohranatruda.in.ua/pages/5195/>.

**ДОДАТОК А.**  
**ГРАФІЧНІ ДОДАТКИ**

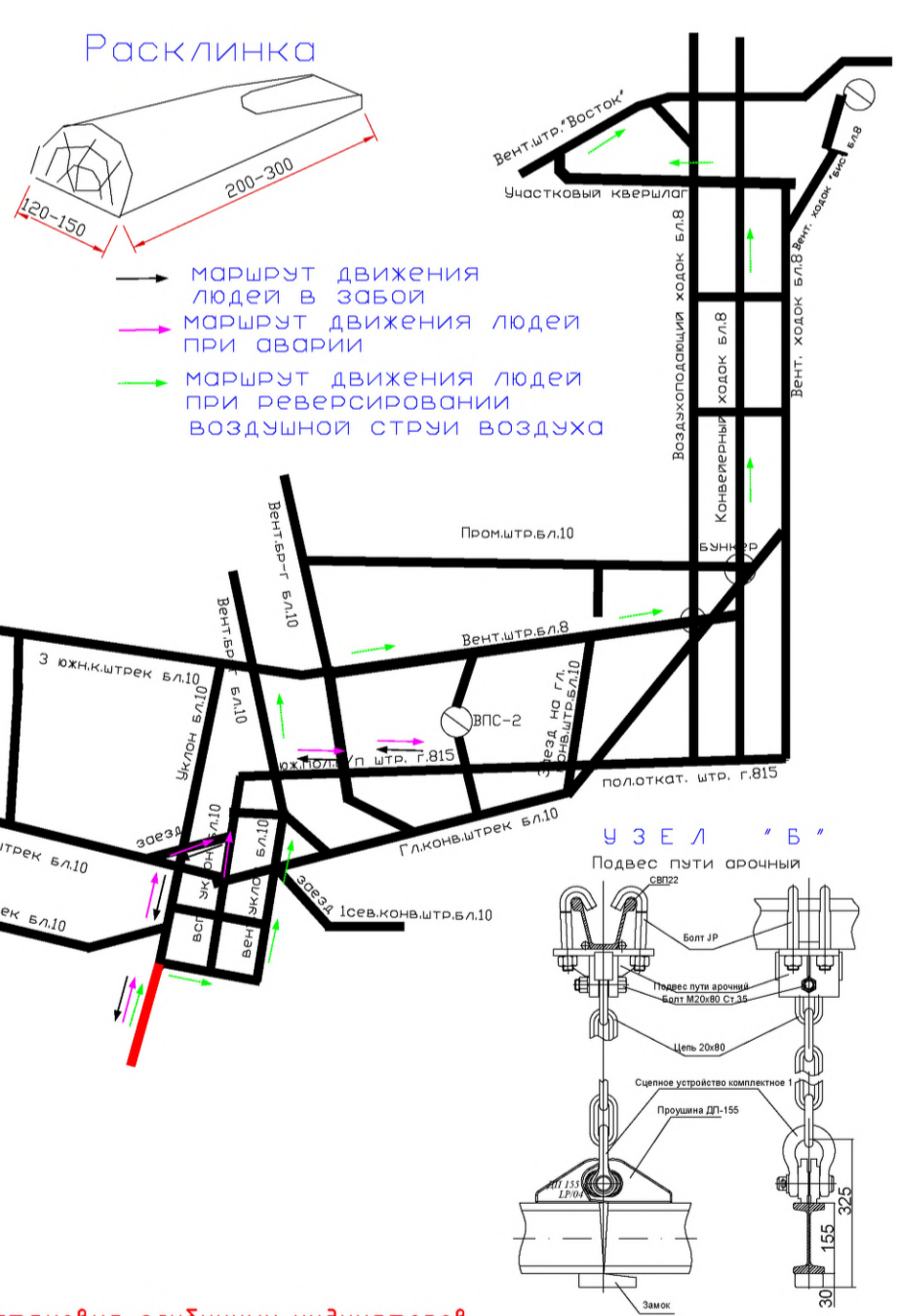




При проведении уклона блока 10 осуществляется комбайном MR-620. Проведение выработки - комбинированное. Отставание вент.трубы от забоя допускается 8м. На расстоянии 3-5м от выхлопа пылеподавляющей установки разместить воздушную клапан, через который основная часть (65-75%) выпускается в выработку и поступает к забоя за счет работы вентилятора пылеотсасывающей установки. Пылеотсасывающая установка располагается на расстоянии 30-50м от забоя выработки, которая включается только при работе комбайна. Крепление выработки осуществляется при помощи крепи КШПУ-22,0+анкера. Отставание постоянной крепи от забоя допускается 15-30м, анкера ставятся непосредственно в забое при помощи АБСЕ. В пласт забуриваются пластиковые анкера длиной 1,8м для фиксации сетки на уровне пласта. Каждые 40м производится бурение опережающих разгрузочных скважин в количестве 5шт. длиной по 40м с минимальным опережением 10м.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫРАБОТКИ**

№	Характеристика	Единица	К-во
1	Сечение выработки:	м²	25,0
	в проходе	м²	22,0
	в свете до осадки	м²	18,9
	в свете после осадки	м²	11,0
2	Способ проведения по шпцр	MR-620	
3	Транспортировка горной массы	ЛТП-100	
4	Крепление выработки	КШПУ-22,0+анкера	
5	Шаг рамной крепи/анкерной крепи	М/м	0,67/0,67
6	Мощность пласта	м	1,45
7	Затяжка выработки	сетка-затяжка	1,5
8	Коэффициент крепости угла		6-8
9	Коэффициент крепости породы		6-8



**График организации работ в ремонтную смену (прох-18; МГВМ-4; эл.сл.-7; ГРП-3)**

Процессы (операции)	Продолжительность процессов(операции),минут					
	1	2	3	4	5	6
Обслуживание комбайна			360			
Настройка ПТ, обслуживание водопольного и вент.установ, перемена листа ВП, перемена ДСВ, обслуживание и возмощивание ленточных конвейеров			360			
Настройка ленточного конвейера, проверка цепи, изменение ленты, (отвертки 30шт), перемотка стана конвейера с вращающего на гибкий.			360			
Монтаж валов АП-155, перемотка валов 140Е			360			
Доставка материалов в зоны забоя			360			
Обслуживание проходческого комбайна MR-620			360			
Обслуживание инвентаризации, анкерной площадки АБСЕ, ленточного конвейера, пылеотсасывающей установки и ее передвижения.			360			
Доставка материалов и оборудования, проверка и установка выработки			360			

**График организации работ**

№	Элементы крепи	Материал	К-во шт.	Расход крепящих материалов на 1 м/м выработки		
				ж.б.	мет.сет.	затяжка
1	Металарка	мет. СВП-33	1,5	452	6,78	
2	Верхник (шт.)	мет. СВП-33	1,5	124	18,6	
3	Стойка (шт.)	мет. СВП-33	1,5x2	164x2	49,2	
4	Зонавое соединение верхняя со стальной	ст.З	ЗПКМ	7,5	10,4	7,8
5	Зонавое соединение механических связей					
6	Сетка (шпцр)	мет.	7,5	2,74	10,3	
7	Скважина (бито лоп)	мет.	7,5	0,86	6,43	
8	Межрамная опора	дер.	0,18			
9	Покладки, клинья	дер.	0,0152			
10	Затяжка Ж/Б					
11	Сетка-затяжка ВСЕГО		0,1952	7,73	7,6	16,0

**График организации работ 2-4 смены (прох-8; МГВМ-1; эл.сл.-1; ГРП-2; МПУ-2)**

Процессы (операции)	Продолжительность процессов(операции),минут					
	1	2	3	4	5	6
Проезд комбайна к забоя	25	25	25	25	25	25
Разрешение забоя комбайном на 0,67м	1-11	1-11	1-11	1-11	1-11	1-11
Обслуживание скрепового, ленточного перегружателя, самца на ленточном конвейере	27	27	27	27	27	27
Замена резов	3	3	3	3	3	3
Позиционирование площадки для анкерования	4	4	4	4	4	4
Бурение шпоров и установка анкеров	4	4	4	4	4	4
Возврат площадки для анкерования	4	4	4	4	4	4
Обслуживание комбайна	26	26	26	26	26	26
Установка рам постоянной шпоровой крепи	60	60	60	60	60	60
Доставка материалов, пароснабж, подготовка распорок, расклинок, навеска слонцзаслона.	4	4	4	4	4	4
Обслуживание переключателей ленточных конвейеров	360	360	360	360	360	360
Обслуживание электрооборудования	360	360	360	360	360	360
Доставка материалов по выработке	360	360	360	360	360	360

■ МГВМ  
■ ПРОХОДЧИК  
■ ЭЛЕКТРОСЛЕСАРЬ  
■ ГОРНОРАБОЧИЙ  
■ МПУ

**ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ, КОТОРЫЕ НЕЛЬЗЯ ВЫПОЛНЯТЬ ОДНОВРЕМЕННО.**

РАБОТА	ЗАПРЕЩЕНО
1. Работа комбайна и конвейера	1. Обслуживание и наращивание конвейера 2. Нарощивание вент.трубы 3. Перенос конт. аппаратуры
2. Крепление выработки рамной крепью	1. Доставка работы в зоне крепления.
3. Доставка оборудования и материалов	1. Все работы в зоне действия поездов монорельсовой дороги



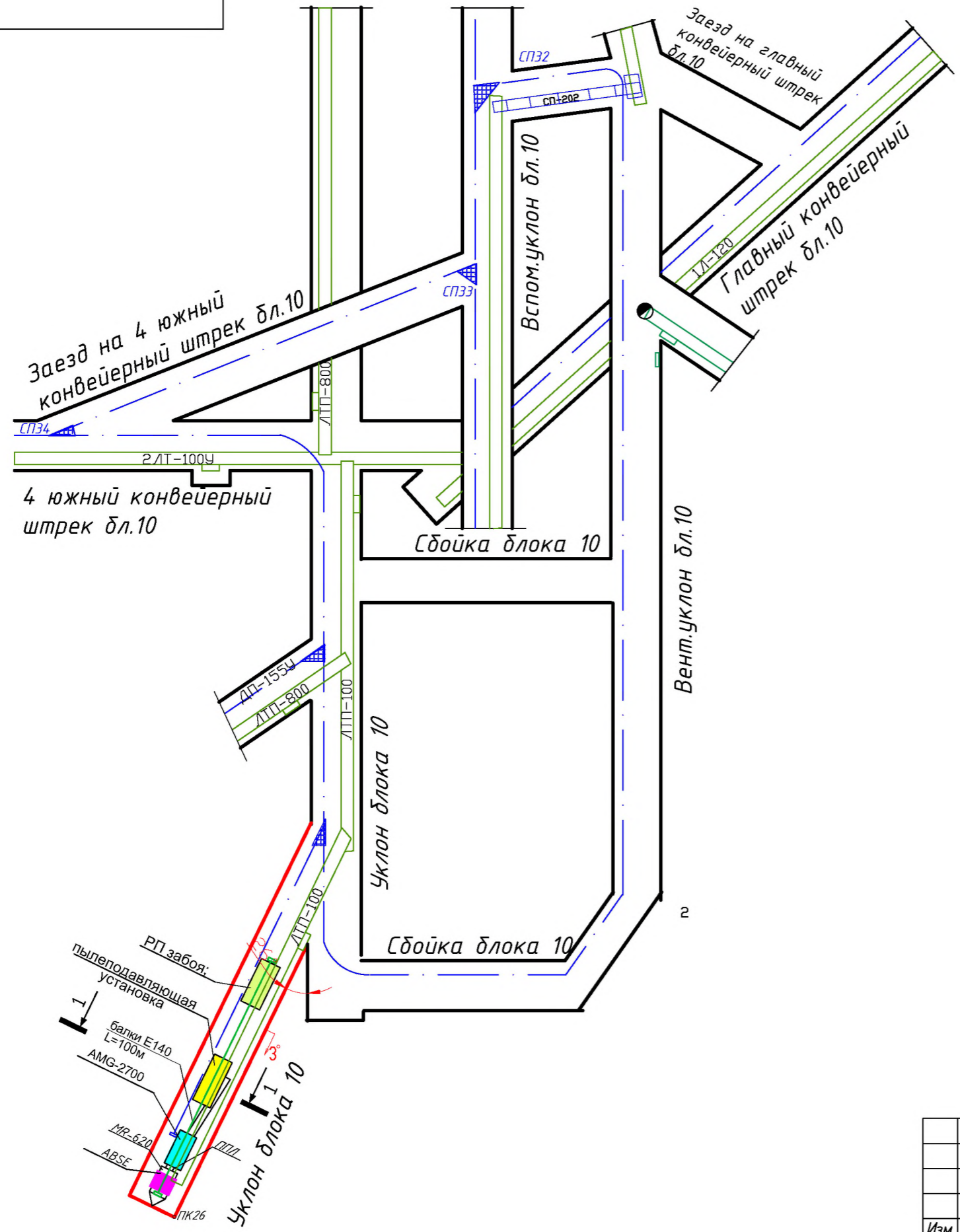
Устанавливать лицами, руководящими работами, надзором участка, контроль за периодическим снятием показаний при проведении выработки:  
 ✓ один раз в смену при расстоянии между забоем и индикатором не больше 10м;  
 ✓ один раз в день при расстоянии между забоем и индикатором от 10 до 20м;  
 ✓ один раз в неделю при расстоянии между забоем и индикатором не меньше 20м.  
 С последующим занесением показаний снечных пород кровли в «Журнал текущего состояния выработки».  
 Деформации горных пород на глубине закрепления троса вызывает выдвигание соответствующей индикаторной ленты из торцового устройства. Каждая лента имеет при последовательные световозвращающие полосы:  
 ✓ зеленого цвета на отрезок от 0 до 25мм шкалы индикатора;  
 ✓ желтого цвета на отрезке от 25 до 50мм шкалы индикатора;  
 ✓ красного цвета на отрезке от 50мм до конца шкалы индикатора.  
 Состояние выработки считается безопасным, если все установленные в выработку индикаторы сигнализируют положение «**Безопасно**», т.е. значение критической величины деформации приконтурной зоны выработки - **не больше 25мм** (Зеленый цвет индикатора безопасности).  
**Желтый цвет** предупреждает о переходе в **Опасное состояние** и при появлении этого Оне зоны сопряжения лавы со шпекром необходимо принять срочные меры по усилению крепи выработки.  
 ✓ надзор участка должен сообщить об этом руководству шахты (главному инженеру шахты, дежурному диспетчеру).

**Установка глубинных индикаторов безопасности через каждые 20м**

Перв. примен. / Справ. № / Подп. и дата / Изм. инв. № / Инв. № вкл. / Подп. и дата / Инв. № вкл. / Инв. № вкл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
					Лист		Листов

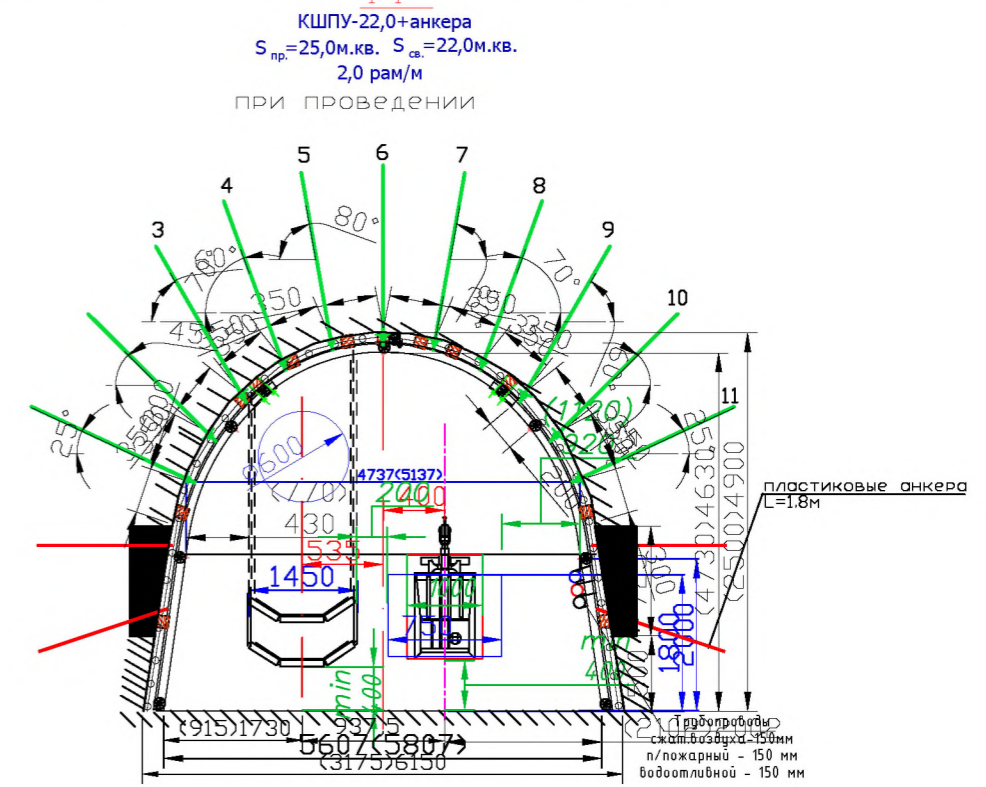
Перв. примен.					
Справ. №					
Погр. и дата					
Инв. № подл.					
Инв. № докл.					
Взам. инв. №					
Инв. № дубл.					
Погр. и дата					
Взам. инв. №					
Погр. и дата					



Крепление выработки осуществляется крепью КШПУ-22,0+анкера.  
 Установка анкеров через 0,5м производится непосредственно в забое уклона блока 10 при помощи анкеропосадочной площадки АВСЕ с установкой сетки под анкера по кровле выработки.  
 В пласт бурятся шпурсы, в которые устанавливаются пластиковые анкера, предназначенные для крепления сетки-затяжки к массиву.  
 Отставание постоянной рамной крепи от забоя допускается до 30м.  
 Шаг установки крепи - 0,5м.

Проведение и крепление горной выработки уклона блока 10 осуществляется по углю и по породе при помощи проходческого комплекса MR-620.  
 По центру выработки на участке 15-100м от забоя монтируются балки Е140 для передвижения по ним крепеустановщика AMG-2700 и пылеотсасывающей установки.  
 Проветривание тупикового забоя осуществляется нагнетательно-всасывающим способом с использованием пылеотсасывающих установок. В этом случае в нагнетательном трубопроводе на расстоянии 3-5м от забоя устанавливается воздушный клапан, через который основная часть воздуха (65-75%) выпускается в выработку и поступает к забоям за счет работы вентилятора пылеотсасывающей установки. Пылеотсасывающая установка располагается на расстоянии до 10 м от забоя выработки. она включается только при работе комбайна.

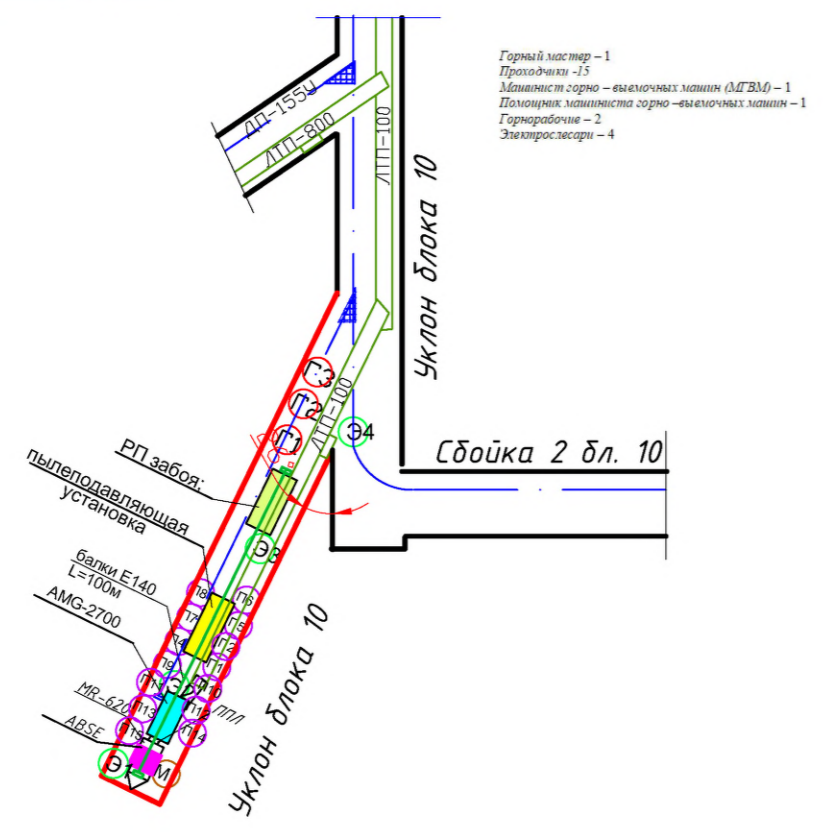
Проведение выработки осуществляется проходческим комбайном MR-620.  
 В забое расположено следующее оборудование:  
 - проходческий комбайн MR-620;  
 - анкеропосадочная платформа АВСЕ;  
 По балкам 140Е передвигается следующее оборудование:  
 - крепеустановщик - AMG-2700;  
 - пылеподавляющая установка с вентилятором мокрого типа GSN-9500;  
 - вентилятор EF-9500;  
 - РП забоя.  
 Проветривание забоя осуществляется комбинированным способом:  
 - нагнетательный вентилятор типа ВМЭ (не менее, чем в 10м от устья выработки);  
 - пылеподавляющая установка мокрого типа с замкнутым водяным контуром.  
 Для транспортировки горной массы из забоя уклона блока 10 применяется следующее оборудование:  
 - ППЛ;  
 - ленточный конвейер ЛТП-100;  
 Для транспортировки материалов и оборудования в забой применяется дизельвезд "Шаман-Д1Э", а также в 15-30м от забоя транспортировка элементов крепи при помощи крепеустановщика AMG-2700.



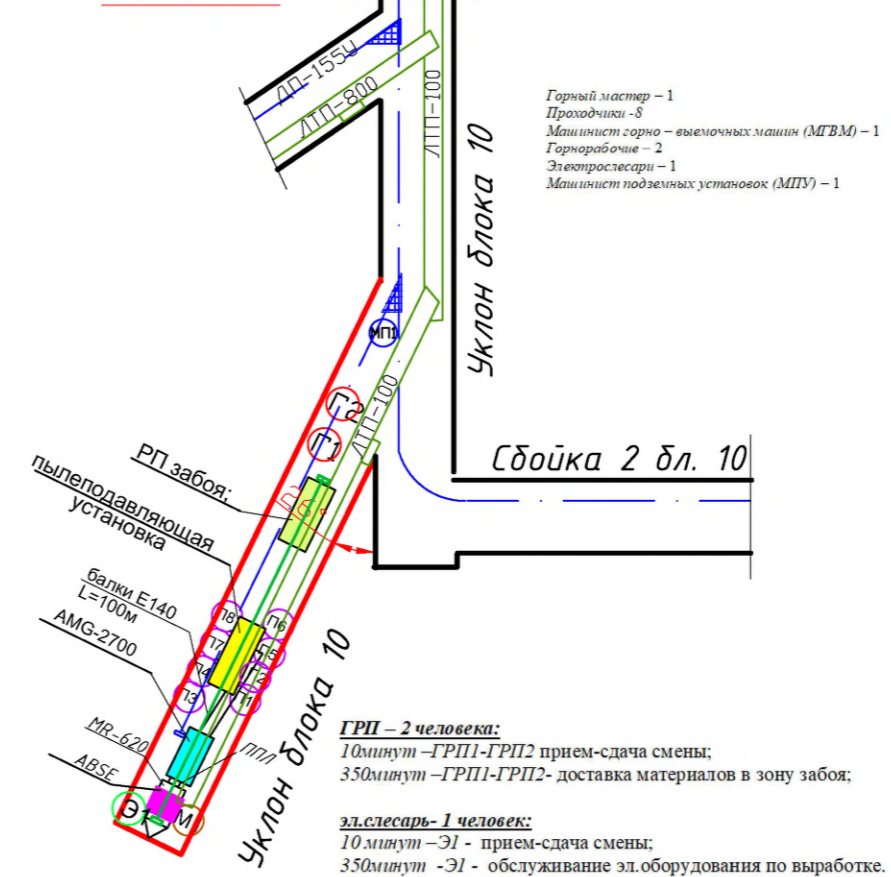
Изм	Лист	№ докум.	Погр.	Дата	Схема проведения	Лит.	Масса	Масштаб
						Лист	Листов	
					УКЛОНА БЛОКА 10			

Перв. примен.
Справ. №
Погр. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Погр. и дата
Инв. № подл.

1 смена



2-4 смены



**Расстановка рабочих в ремонтно-подготовительную смену**

360 минут	2 - МГВМ +1П	Обслуживание комбайна
360 минут	3 проходчика	- Нарращивание ПОТ, сж/воздуха, водоотливного и вент.ставов, перенос пункта ВГК, перенос ДСВ, спрямляющего и воздушоспускного патрубков
360 минут	3 проходчика	- Наростка ленточного конвейера, перетяжка саней. Удлинение ленты, (отрезками 300м), перемонтаж става конвейера с жесткого на гибкий.
360 минут	3 проходчика	- Монтаж балок ДП-155У, перемонтаж балок 140Е
360 минут	3 проходчика	- Доставка материалов в зону забоя
360 минут	2 проходчика	- Обтяжка замковых соединений, зачистка выработки
360 минут	2 эл.слесаря	- Обслуживание проходческого комбайна MR-620
360 минут	3 эл.слесаря	- Обслуживание крепеустановщика, анкерной площадки ABSE, ленточного конвейера, пылеотсасывающей установки и ее передвижка.
360 минут	3 ГРП	- Доставка материалов и оборудования, обмывка и осланцовка выработки

- Условные обозначения:
- М МГВМ
  - П проходчик
  - Э эл.слесарь
  - Г ГРП
  - МПУ МПУ

**забойная - комбайновая группа:**

- 1 - 6 цикл:**  
 10 минут П1-П8 - прием-сдача смены;  
 25 минут - МГВМ - маневровые операции комбайном, разрушение забоя комбайном;  
 30 минут - П1-П4- обслуживание пересыпов, зачистка правого и левого боков выработки, саней конвейера, ППЛ, разбивка негабаритов;  
 4 минуты - П1-П4 - позиционирование площадки для бурения шпуров и установки анкеров;  
 18 минут - П1- П4 - бурение и установка анкеров при помощи анкеропосадочной площадки ABSE под сетку;  
 4 минуты - П1-П4- возврат площадки для позиционирования;  
 26 минут - МГВМ- обслуживание комбайна;

**группа по установке постоянной крепи в забое:**

- 350 минут - П5-П8 - подноска материалов, подготовка распорок, расклинок, управление крепеустановщиком, установка рам постоянной крепи, распорок, расклинок.

Изм	Лист	№ докум.	Погр.	Дата	Схема расстановки рабочих 1-4 смены  УКЛОН БЛОКА 10	Лит.	Масса	Масштаб
						Лист	Листов	

Перв. примен.

Справ. №

Погр. и дата

Инв. № дубл.

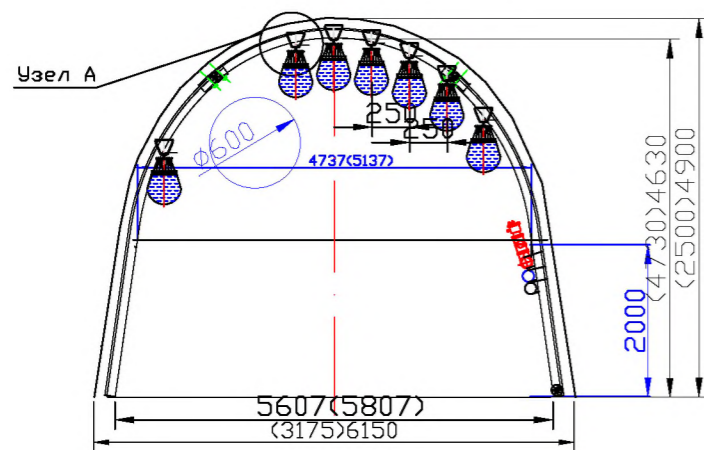
Взам. инв. №

Погр. и дата

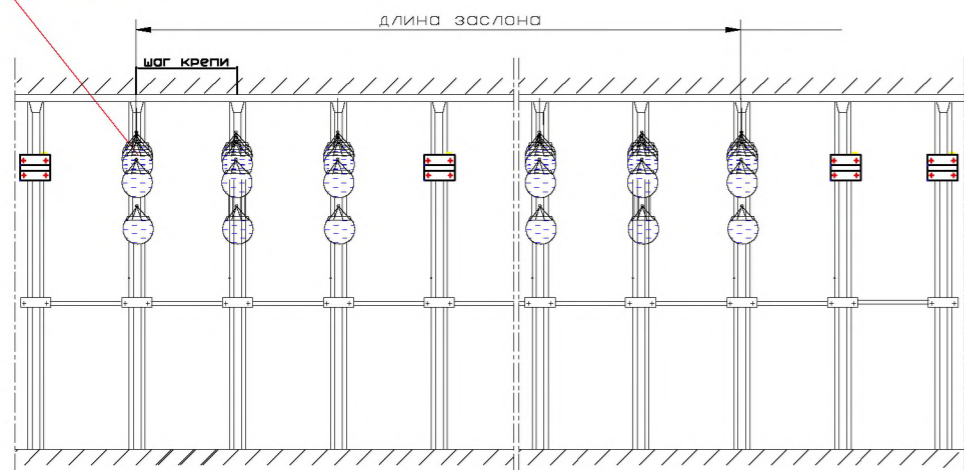
Инв. № подл.

КШПУ-22,0

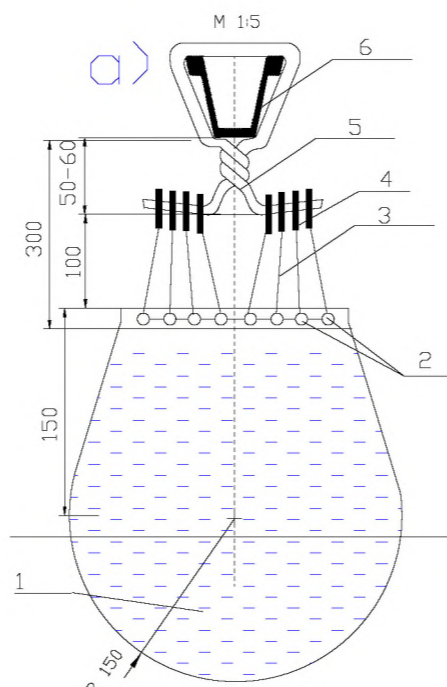
Спр=25,0 Sсв=22,0  
анкера, оборудование и затяжка  
условно не показаны



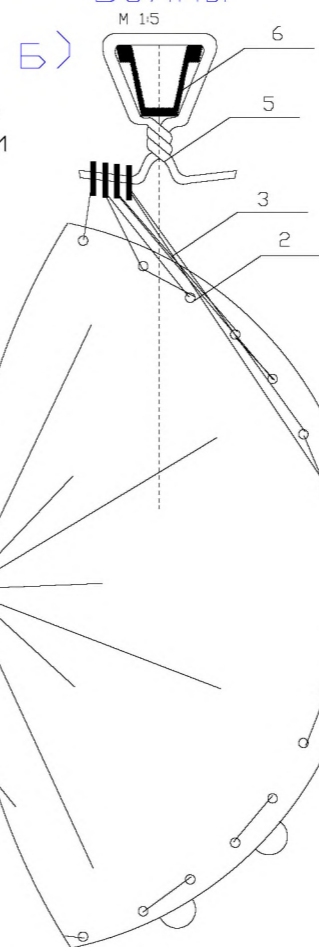
сосуды ПБС-1



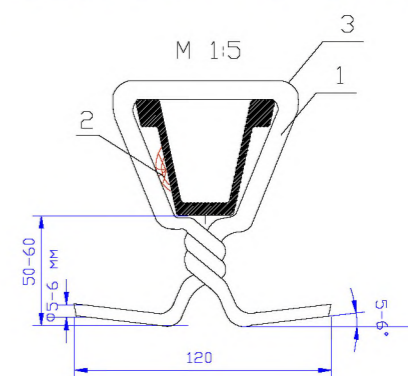
Согласно ПБ п.3.6.17 расход  
пламегасителя должен быть  
не менее 400 л (кг) на 1 кв.м.  
поперечного сечения выработки  
в свету: 400\*22,0= 8800кг



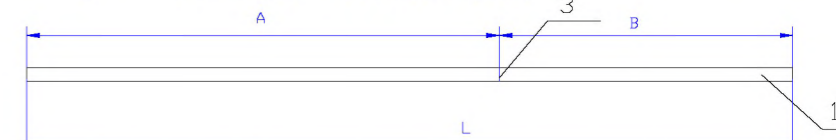
НАПРАВЛЕНИЕ ВЗРЫВНОЙ ВОЛНЫ



- а) в состоянии готовности;  
б) после срабатывания  
1 - сосуд (пленочный круг)  
2 - крепежные отверстия;  
3 - гибкая связь (тесьма);  
4 - опорные кольца;  
5 - двуплечий кронштейн;  
6 - верхняк крепи

Конструкция кронштейна  
с проволоки  $\Phi 5-6$  мм

- 1 - Отрезок проволоки длиной L  
2 - дерево  
3 - Метка (краской)



N про- Филия СВП	Размеры элементов хомута, мм		
	L	A	B
27	730	410	320
33	750	420	330

Расстояние между сосудами в одном  
ряду составляет 200 мм. Число  
сосудов в ряду колеблется в зави-  
симости от сечения выработки  
и оборудования.  
Расстояние между рядами сосудов при  
плотности крепи 2 рамы/м и более  
составляет 1м, а при плотности менее  
2 рамы/м - равно шагу крепи. В смежных  
рядах, сосуды должны располагаться,  
перекрывая промежутки друг друга.  
Длина водяного заслона должна быть  
не менее 30 м, сланцевого - 20м.

Расход воды  
(инертной пыли)

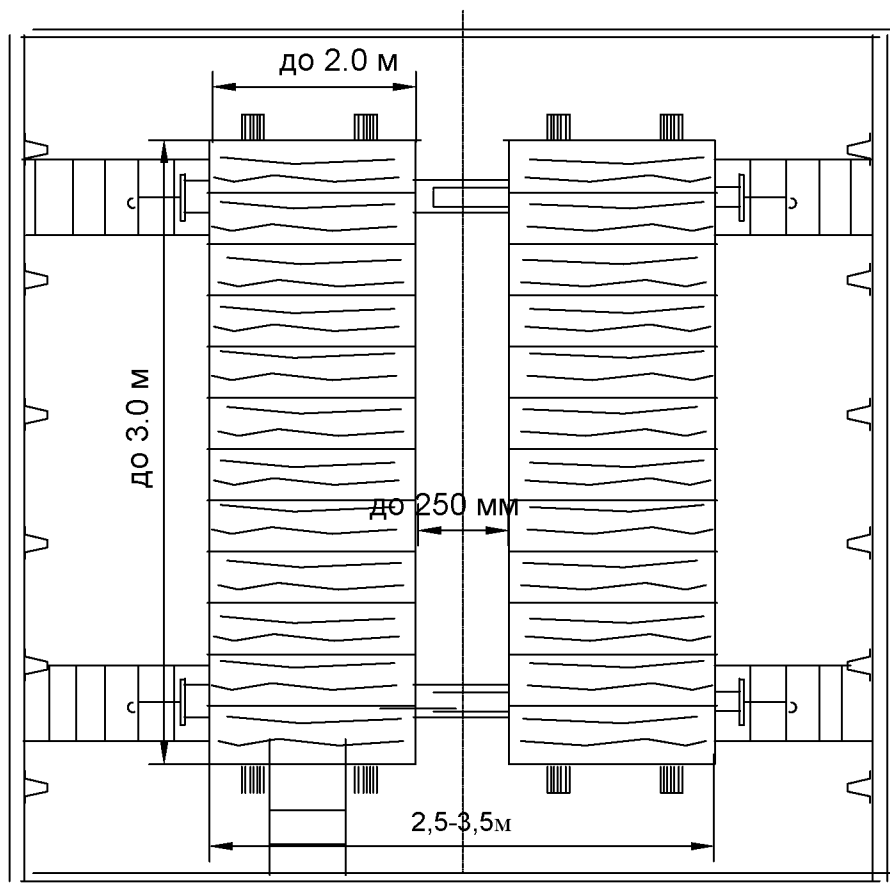
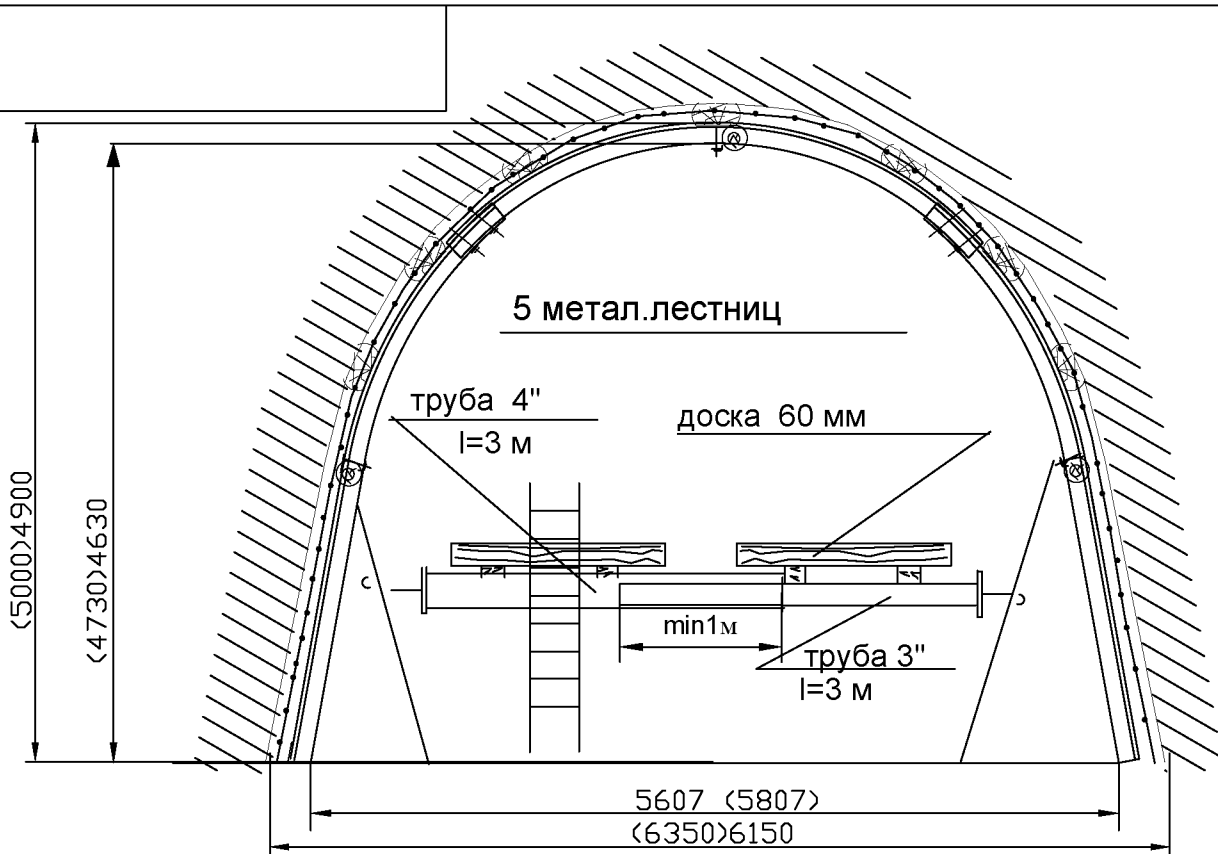
Тип крепи (шаг крепи)	Объем одного сосуда	на 1 раму		всего на длину заслона			Длина заслона, м
		к-во сосуд.	всего л (кг)	к-во сосуд.	всего л (кг)	с учетом 10% запаса	
КШПУ-22,0 (2 р/м)	12	7-8	84-96	807	8800	9680	101
КШПУ-22,0 (1,5 р/м)	12	7-8	84-96	807	8800	9680	67
КШПУ-22,0 (1,25 р/м)	12	7-8	84-96	807	8800	9680	81

Изм	Лист	№ докум.	Погр.	Дата	Установка водяного (сланцевого) заслона из сосудов ПБС-1	Лит.	Масса	Масштаб
						Лист	Листов	

Копировал

Формат А3

Перв. примен.  
 Справ. №



Погр. и дата  
 Инв. № дубл.  
 Взам. инв. №  
 Погр. и дата  
 Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Погр.	Дата	

**конструкция  
 рабочего  
 полка**

Лит.	Масса	Масштаб
Лист	Листов	

Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Погр. и дата	Погр. и дата	Справ. №	Перв. примен.		<p>алевролит R=48,5МПа</p> <p>песчаник R=83МПа</p> <p>алевролит R=50,5МПа</p> <p>песчаник R=61МПа</p> <p>алевролит R=50,5МПа</p> <p>уголь R=13,5МПа</p> <p>алевролит R=43МПа</p> <p>песчаник R=62МПа</p> <p>алевролит R=43МПа</p> <p>песчаник R=62МПа</p>
													<p>Расчетная схема уклон блока 10 крепь шатровая КШПУ-22,0</p>
Лит.	Масса	Масштаб											
Лист	Листов												