

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

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Козорог Віктор Геннадійович
(ПІБ)
академічної групи 184М-17-1
(шифр)
спеціальності 184 «Гірництво»
(код і назва спеціальності)
спеціалізації «Будівельні геотехнології і геомеханіка»
за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

(офіційна назва)

на тему Закономірності проявів гірського тиску при виконанні моніторингу стану виробки, котра перетинає регіональне геологічне порушення «Богдановський скид»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Кравченко К.В.			
розділів:				
Розділ 1	Кравченко К.В.			
Розділ 2	Кравченко К.В.			
Розділ 3	Вигодін М.О.			
Рецензент	Сдвижкова О.О.			
Нормоконтролер	Максимова Є.О.			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
будівництва, геотехніки і геомеханіки

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

«_____» _____ 2018 року

**ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра**

студенту(ці) Козорог В.Г. академічної групи 184м-17-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 184 «Гірництво»

спеціалізації «Будівельні геотехнології і геомеханіка»

за освітньо-професійною програмою «Гірництво»

_____ (офіційна назва)

на тему Закономірності проявів гірського тиску при виконанні моніторингу стану виробки, котра перетинає регіональне геологічне порушення «Богдановський скид», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 04.12.2018 р. №2062-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Загальні відомості	01.11.18.
Розділ 2	Технологія проведення та моніторингу за станом виробки яка перетинає регіональне геологічне порушення «Богдановський скид»	01.12.18
Розділ 3	Геомеханічна оцінка напружено-деформованого стану породного масиву при проведенні відкатувально-го квершлягу в небезпечній зоні тектонічного порушення «Богдановський скид»	01.12.18
Розділ 4	Економічне обґрунтування	15.12.18

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Кравченко К.В.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 03.09.2018 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Козорог В.Г.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 125 сторінок, 21 малюнок, 3 таблиці, 7 джерел.

Мета дипломної роботи: спорудження відкатувального квершлягу, виконання моніторингу стану виробки і отримання закономірностей проявів гірського тиску, котрий перетинає регіональне геологічне порушення «Богдановський скид». Ця магістральна виробка призначена для забезпечення транспортування матеріалів, обладнання та людей, а також вугілля і гірську масу, шахтну воду і повітря при відпрацюванні горизонту 300 м пласта С₁₀ шахти «Самарська». Особливістю цієї виробки є наявність ділянок посилення кріплення, призначених для забезпечення стійкості магістральних штреків в місці їх перетину Богданівської скидання.

У вступі розглянуто питання актуальності теми магістарської роботи.

Перша частина проекту присвячена загальним відомостям про шахту. У цьому розділі розглянуто такі питання, як геологічна характеристика шахтного поля, його межі і запаси корисних копалин, основні конструктивні рішення.

У другій частині представлена технологія будівництва виробки. У розділі приведена технологія виконання моніторингу за станом виробки, розглянуте кріплення виробки на різних етапах проведення відкатувального квершлягу.

У третій частині роботи виконана геомеханічна оцінка напружено-деформованого стану породного масиву при проведенні відкатувального квершлягу.

В економічній частині визначена вартість будівництва виробки складені локальний кошторис на виробку, договірна ціна і відомість ресурсів до неї. Документи наведені у додатку.

Ключові слова: моніторингу стану виробки, напружено-деформований стан, геологічне порушення «Богдановський скид».

Содержание

РОЗДІЛ I ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	7
1.1. Загальні відомості про шахти «Самарська».....	7
1.2. Електропостачання.....	9
1.3. Вентиляція.....	10
1.4. Межі небезпечної зони.....	11
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТА МОНИТОРИНГУ ЗА СТАНОМ ВИРОБКИ ЯКА ПЕРЕТИНАЄ РЕГІОНАЛЬНЕ ГЕОЛОГІЧНЕ ПОРУШЕННЯ «БОГДАНОВСЬКИЙ СКИД».....	15
2.1. Загальні відомості про відкатувальний квершлагу пласта С10в.....	15
2.2. Результати виконання моніторингу відкатувального квершлагу при перетині регіонального тектонічних порушення.....	21
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	28
РОЗДІЛ III ГЕОМЕХАНІЧНА ОЦІНКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВІДКАТУВАЛЬНОГО КВЕРШЛАГУ В НЕБЕЗПЕЧНІЙ ЗОНІ ТЕКТОНІЧНОГО ПОРУШЕННЯ «БОГДАНОВСЬКИЙ СКИД».....	28
3.1. Методика виконання чисельного моделювання.....	30
3.2. Результати чисельного моделювання.....	38
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	47
РОЗДІЛ IV ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	49
4.1. Вихідні дані для визначення кошторисних параметрів.....	49
4.2. Проектно-кошторисна документація проекту.....	49
4.3. Розрахунок тривалості будівництва.....	51
4.4. Розрахунок можливого економічного ефекту.....	52
4.5. Основні техніко-економічні показники.....	53
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	55
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	57
ДОДАТКИ.....	58

ВСТУП

Метою виконання роботи є отримання закономірностей проявів гірського тиску при виконанні моніторингу стану виробки, котра перетинає регіональне геологічне порушення «Богдановський скид».

Наявність Богданівського скиду, яке перетинається виробкою, вимагає виконання додаткових заходів, спрямованих на підвищення їх стійкості. При цьому, вартість таких заходів повинна бути нижче, ніж ремонт виробки або будівництво нової.

Перша частина магістерської роботи присвячена загальним відомостям про шахту. У цьому розділі розглянуто такі питання, як геологічна характеристика шахтного поля, його межі і запаси корисних копалин, основні конструктивні рішення.

У другій розділі приведена технологія виконання моніторингу за станом виробки, розглянуте кріплення виробки на різних етапах проведення відкатувального квершлягу.

У третій частині роботи на основі моніторингу виконана калібрування комп'ютерної моделі по зафіксованим зсувів реперів і елементів конструкції кріплення, а також виконано прогноз цих параметрів при посуванні вибою виробки.

В економічній частині визначено економічну ефективність з огляду на важливість виробки і її функціональне призначення (обслуговування великої ділянки шахтного поля) експлуатація виробки повинна бути довготривалою і безремонтною настільки, наскільки це можливо. Тому основним критерієм визначення економічної ефективності є різниця вартості будівництва нової виробки і вартості додаткових заходів, спрямованих на посилення несучої здатності кріплення і стійкості всієї виробки в цілому.

Практичне значення роботи полягає в обґрунтуванні параметрів різних типів кріплення для забезпеченні стійкості капітальної виробки. Встановлені нормативними документами вимоги щодо проведення та технічного стану

виробки по газовому фактору і як підземної споруди з анкерним кріпленням дотримані, а стан кріплення дозволяє експлуатацію і подальше проведення даної гірничої виробки відповідно до розробленого Паспорту.

За результатами натурних вимірювань, в межах вимірювальних станцій, на всьому проміжку виробки зміни геомеханічного стану у виробці вимірами не зафіксовано. Завдяки рішенню своєчасному нагнітання смоли вдалося скріпити породний масив і зупинити процес значного збільшення конвергенції.

Структура і обсяг роботи. Робота складається з реферату, змісту, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел з 7 найменувань. Вона містить 21 рисунка 3 таблиці. Загальний обсяг роботи становить 125 сторінок.

РОЗДІЛ I ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1. Загальні відомості про шахти «Самарська»

Шахта «Самарська» за результатами визначення багатогазовості та встановлення категорії шахти по газу метану згідно наказу по ВАТ «Павлоградвугілля» № 27 від 16.01.2006 р. та наказу по територіальному управлінню Держнаглядохоронпраці по Дніпропетровській області № 12 від 1.02.2006 р. при абсолютній метанообільності віднесена до III категорії за газом, пласти C_1 , C_5 небезпечні по пилу.

Шахта «Самарська» здана в експлуатацію в грудні 1972 року. Вона розташована на території Павлоградського району, Дніпропетровської області України. Найближча залізнична магістраль Павлоград - Красноармійськ, проходить на відстані 5,5 км на південь від проммайданчика шахти. Від роз'їзду Богуслав, розташованого на цій магістралі, підведена залізнична гілка до шахти.

Найближчими населеними пунктами є міста Павлоград та Тернівка, села Богданівка і Богуслав. Південніше шахтного поля, через село Богуслав, проходить автомобільна магістраль Київ-Донецьк.

Поле шахти "Самарська" входить до складу Алефіровського комплексу Павлоградський-Петропавлівського вугільного району Західного Донбасу.

Вугільні пласти ділянки шахти приурочені до відкладів «Самарської» свити C_1 нижнього відділу карбону, потужністю 225 м.

У межах шахтного поля розробці підлягають 10 робочих пластів:

C_8^H ; C_7^B ; C_6 ; C_5 ; C_4^3 ; C_4^2 ; C_4^1 ; C_3 ; C_4 ; C_1

Небезпеки пластів:

- по газу - III категорія;
- по вибуховості вугільного пилу - небезпечний;
- за раптовими викидами вугілля і газу - не є небезпечним;
- по самозаймання - не небезпечний;
- за суфлярними виділеннями метану - не небезпечний.

Вміщують вугільні пласти породи: щільні аргіліти і алевроліти, рідше слабо-тріщинуваті пісковики різної щільності, схильні до обвалення, з межею міцності 120-300 кг/см².

Водоприток по шахті: 432 м³/год. Кількість водозбірників -3 шт:

Ємність водозбірників:

№1 - 900 м³; №2 -900 м³; №3-1200 м³.

Насоси: 7 шт. Тип насосів:

- ЦНС 300 / 360-5

- ЦНСШ 300/360 - 2

Межами шахтного поля є:

а / по простяганню:

1. На північному заході - русла річок Самара і Тернівка.

2. На сході - Богдановський і Первомайський скиди.

б / у повстання: Богуславський скидання;

в / з падіння - Тернівський і Алефіровській скиди.

Розміри шахтного поля в цих межах:

а / по простяганню - 10-13 км;

б / з падіння - 3 - 3,5 км.

При промислових запасах 117 млн.т. і проектної потужності шахти 6000 т/добу - термін служби шахти 80 років. В даний час встановлена виробнича потужність 1,0 млн.тонн / рік.

Шахтне поле для відпрацювання пластів С₁, С₄ і С₅ розкрито двома вертикальними, центрально-здвоєними стовбурами (скіповим і клітьовим) с околовольних дворах на гор.300м., 250м. і 200м.

Навколостовбурний двір гор.300м. служить для видачі вугілля, породи і виконання допоміжних операцій по обслуговуванню основного горизонту, на який відпрацьовуються запаси всіх блоків.

Скиповий ствол діаметром 6,0 м обладнаний двухскіповимі підйомом для видачі вугілля, односкіповим підйомом використовують для видачі породи і сходових відділенням.

Клітьовою ствол діаметром 6,5 м обладнаний двома незалежними одноклітьовими з противагами підйомами (двоповерхові кліті) для однієї тонни вагонетки в поверсі.

Відпрацювання шахтного поля проводиться по панельній схемі підготовки довгими стовпами по простяганню і падінню з відпрацюванням зворотним ходом.

Шахтна вентиляційна установка обладнана 2 вентиляторами ВЦД-315с, продуктивність номінальної 19 тис.м³ / хв. і депресією 360 мм.вод.ст.

На даний період відпрацювання пласта С₅ проводиться на горизонті 200 м., а С₁ - на горизонті 250 м ..

На кожному горизонті пройдено панельні конвеєрні, вентиляційні та відкатувальні штреки, з яких пройдені бортові і збірні штреки протяжністю 800-1800 м.

Вугілля з лав транспортується по стрічкових конвеєрів збірних і панельних конвеєрних штреків, далі надходить по магістральних конвеєрних ліній на гор.300м. в вугільну завантаження, звідки вугілля скипами видається на поверхню.

Порода з підготовчих вибоїв в тритонках вагонетках акумуляторними електровозами транспортується до породного опрокиду кожного горизонту, далі по породоспускам в порідну завантаження і скипами видається на поверхню.

Розробляються пласт С₁ потужністю 0,7-0,9 м., Падінням з півдня на північ з кутом 2°-3 °, простого будови.

При виїмці вугілля використовуються вузькозахватними комбайни КА-80 та комплекси КД-80(90). Спосіб управління покрівлею - повне обвалення. Проведення гірничих виробок прийнято комбайнами ГПКС і КСП-32.

1.2. Електропостачання

Джерелом електричної енергії шахти є підстанція «Самарська» 35/6 кВ системи «Дніпроенерго».

Поверхнева підстанція шахти отримує живлення від підземної підстанції шахти «Дніпровська» і від підземної підстанції шахти «Тернівська» по двох лініях електропередачі 35 кВ.

У шахті застосовано напруга:

- для розподільчих мереж - 6 кВ
- для силових дільничних електроприймачів - 0,66 кВ;
- для стаціонарних освітлювальних установок - 0,127 кВ.

З підземної ЦПП, обладнаної осередками РВД, електроенергія розподіляється на 7 підземних РПП 6кВ, обладнаних високоевольтними осередками РВД-6

1.3. Вентиляція

Система провітрювання шахти - комбінована.

Спосіб провітрювання - всмоктуючий.

Схема провітрювання виїмкових дільниць - прямоточна з підтриманням одного виїмкової штреку з видачею вихідного струменя на відпрацьоване простір.

Свіже повітря в шахту надходить по допоміжному стовбуру, вентиляційної свердловини блоку №3, вихідний струмінь повітря відводиться по головному стовбуру.

Дегазація на шахті не застосовується.

Природна метановість пластів шахти, за даними геологорозвідки, наступна: C_1 - 7,8-8,4 м³/т гм, C_5 - 4,5-4,8 м³/т гм.

Відносна багаті на газ по пластах: C_1 - 3,1 м³/т, C_5 - 2,2 м³/т.

Провітрювання всіх діючих і проєктованих виїмкових дільниць здійснюється за рахунок загальношахтної депресії за прямоточною схемою (ЗВ-н-в-пт)

1.4. Межі небезпечної зони

Найімовірніше значення кута нахилу скиду за результатами випробування в 23-х свердловинах складе $47^\circ \pm 1,2^\circ$.

Найімовірніше значення потужності зони перем'ятих порід становить 9 м. Середня квадратична похибка результату вимірювань становить 1,2 м. Таким чином, значення потужності зони порушених порід за результатами випробування в 23-х свердловинах з ймовірністю 63,8% складе $9 \pm 1,2$ м; з ймовірністю 95,5% потужність зони порушених порід складе $9 \pm 2,4$ м, тобто буде змінюватися в інтервалі $3,5 \div 8,3$ м; з ймовірністю 99,7% ($\approx 100\%$). Потужність зони порушених порід складе $9 \pm 3,6$ м, тобто буде змінюватися в інтервалі $5,4 \div 12,6$ м.

Відкаточний квершлаг пласта C_{10}^B проводився з піднятого крила Богданівського скиду на опущений. При цьому порушена зона повинна проявитися спочатку в покрівлі виробки. Очікувана ширина порушеної зони з урахуванням перетину вироблення, з ймовірністю 99,7% складе до 18,6 м.

Кордон небезпечної зони складатиметься з ширини порушеної зони вздовж осі відкатувального квершлягу і потрійною помилки зустрічі відкатувального квершлягом пл. C_{10}^B дзеркала ковзання Богданівського скиду, тобто:

$$18,6 \text{ м} + 3 \cdot 10,8 \text{ м} = 51 \text{ м}.$$

Таким чином, заходи щодо безпечного перетину порушеної зони Богданівського скиду повинні початися на відстані 51 м до точки зустрічі виробки зі дзеркалом ковзання, яка визначається маркшейдерської службою шахти.

Виходячи з попереднього розрахунку приймаємо такі параметри межі небезпечної зони:

Для безпечного ведення робіт по перетинанню Богданівського скиду з амплітудою зміщення $H = 267$ м, кутом падіння 50° дренажним квершлягом пл. C_{10}^B проектна траса вироблення розділена на п'ять умовних зон:

1. 30-ти метрова зона до кордону безпечного ведення гірських робіт (ПК94 - ПК97);
2. В межах кордонів безпечного ведення робіт (ПК97 - ПК100 + 9 м);

3. В зоні скиду (ПК100 + 9м - ПК119 +3 м);
4. В межах кордонів безпечного ведення робіт (ПК119 + 3м - ПК123 + 2м);
5. 30-ти метрова зона за кордоном безпечного ведення гірських робіт (ПК123 + 2м - ПК126 + 2м).

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ЗА СТАНОМ ВИРОБКИ ЯКА ПЕРЕТИНАЄ РЕГІОНАЛЬНЕ ГЕОЛОГІЧНЕ ПОРУШЕННЯ «БОГДАНОВСЬКИЙ СКИД»

2.1. Загальні відомості про відкатувальний квершлагу пласта С_{10в}

Початок підготовки пласта С_{10^в} до відпрацювання починається з проведення відкатувального квершлягу з горизонту 300 м шахти «Самарська» (див. рис. 2.1) з проектним ухилом $i = 0,017$.

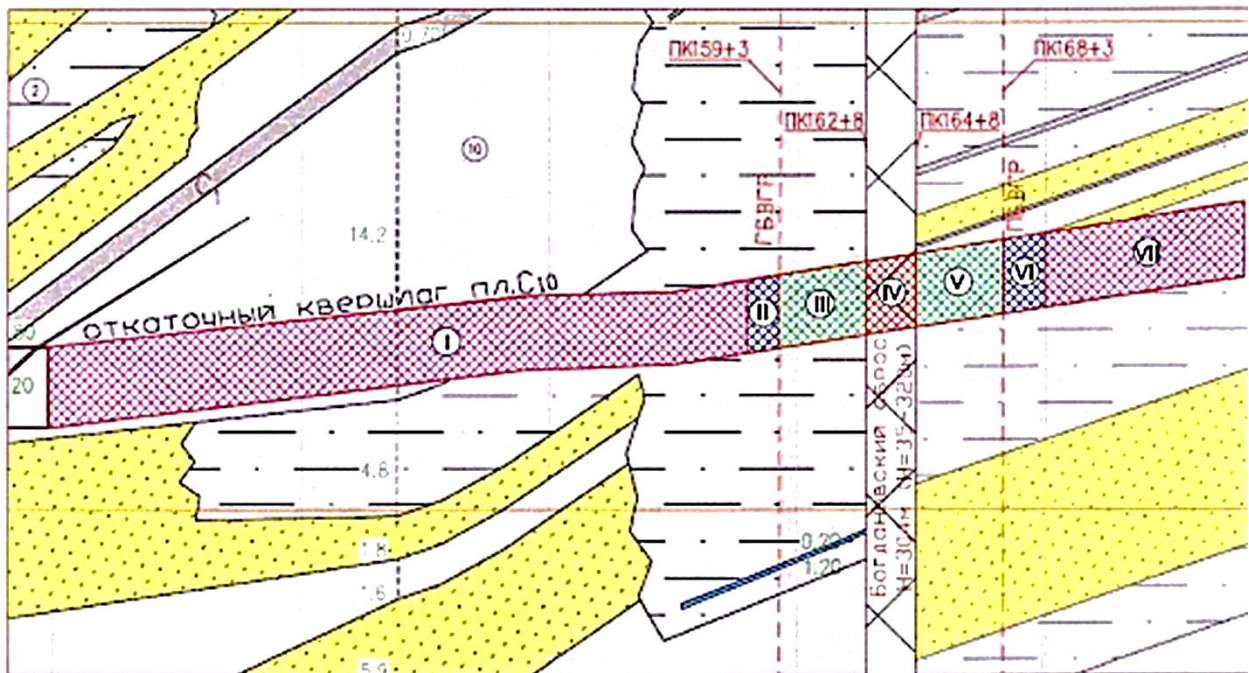


Рисунок 2.1. Схема розташування ділянок з різними видами кріплення по довжині відкатувального квершлягу пласта С_{10^в}

ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ

I етап. Ділянка виробки с ПК129 + 8м по ПК157 + 7м, проводилася з рамно-анкерним кріпленням із застосуванням КШПУ-11,7 і установкою 9-ти сталеполімерних анкерів $L = 2,4$ м (див. рис. 2.2) згідно [1-4]. Крок установки рам кріплення 0,5 м і анкерного ряду 1,0 м, для затягування призабійного простору використовують ж/б затяжку по периметру вироблення.

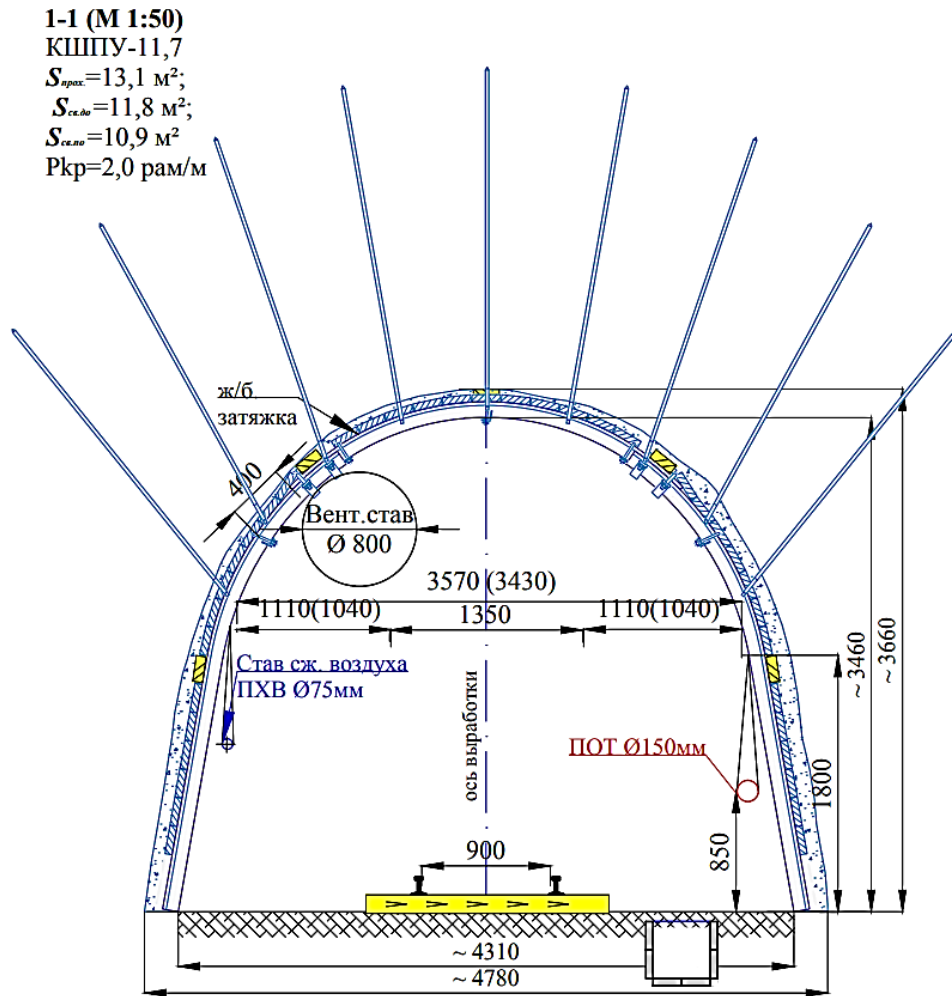


Рисунок 2.2. Ділянка виробки с ПК129 + 8м по ПК157 + 7м

II етап. Ділянка виробки с ПК157 + 7м по ПК160 + 5м, кріплення виробки не відрізняється від кріплення на першому етапі. Починаючи з ПК157 + 7м на другому етапі починається буріння випереджальних розвідувальних свердловин.

Випереджаючі свердловини розташовуються: перша - по нормалі до поверхні дзеркала скиду на ПК157 + 7м, друга свердловина - по ходу руху виробки (див. рис. 2.3).

Межі небезпечної зони за проривами води, газу і обвалень відкладаються уздовж відкатувального квершлягу пл. S_{10}^B в 51м від нижньої площини дзеркала ковзання Богданівського скиду.

Горизонтальна свердловина повинна бути в 1,5 рази довше добової проходки і проводитися в першу зміну під керівництвом ІТР з контролем міцності

порід, водопроявів і газовиділень. Місце другої свердловини повинно бути визначено становищем комбайна і його обладнанням. Довжина свердловини повинна бути не менше 40 м.



Рисунок 2.3. Схема виконання буріння розвідувальних свердловин

Буріння здійснювалося верстатом НКР-100, діаметр свердловин 75мм, без обсадки трубами. У міру ведення робіт по проведенню виробки, кожні 10м проводити буріння нової свердловини по нормалі до поверхні дзеркала ковзання і поглиблення горизонтальної випереджаючої свердловини до первісної довжини.

III етап. Ділянка виробки с ПК160 + 5м по ПК167 + 7м, кріплення виробки виробляти кріпленням КШПУ-11,7, і установкою 9-ти сталеполімерних анкерів $L = 2,4$ м в покрівлю (з нахилом на забій під кутом 70°) і 2-х анкерів $L = 1,5$ м в підшву виробки (див. рис. 2.4). Крок установки рам кріплення 0,5 м і анкерного ряду 1,0 м, для затягування призабойного простору використовувати ж/б затягування по периметру виробки.

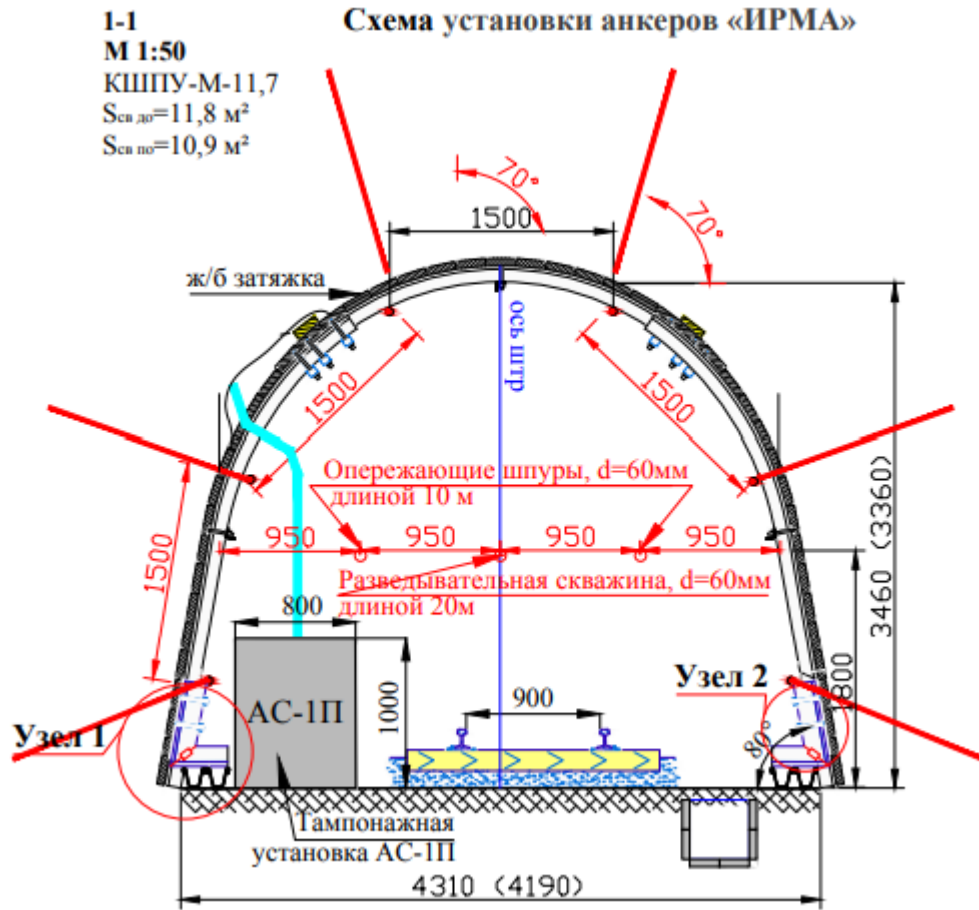


Рисунок 2.4. Ділянка виробки с ПК160 + 5м по ПК167 + 7м

З метою посилення арочного кріплення на ділянці виробки с ПК159 + 3м по ПК170, збільшення площі опори і зменшення його тиску на підшву виробки, у її бортів впритул до стійок рам кріплення укласти на ґрунт відрізки СВП-27 довжиною 1,5 м в два ряди, створюючи опорні балки. На кожну стійку арочного кріплення встановлювати «чобітки» з СВП-27.

З метою зміцнення приконтурного породного масиву на ділянці виробки з ПК160 + 5м по ПК167 + 7м проводити закачування полімерних хімічних складів типу «MasterRoc® MP 364 Flex» в масив вироблення за допомогою установки СТ-DP-35 і установку в кількості до 6-и ін'єкційних анкерів «ИРМА». Схема установки і послідовність в залежності від кількості анкерів «ИРМА» в перерізі наведено рис. 2.5

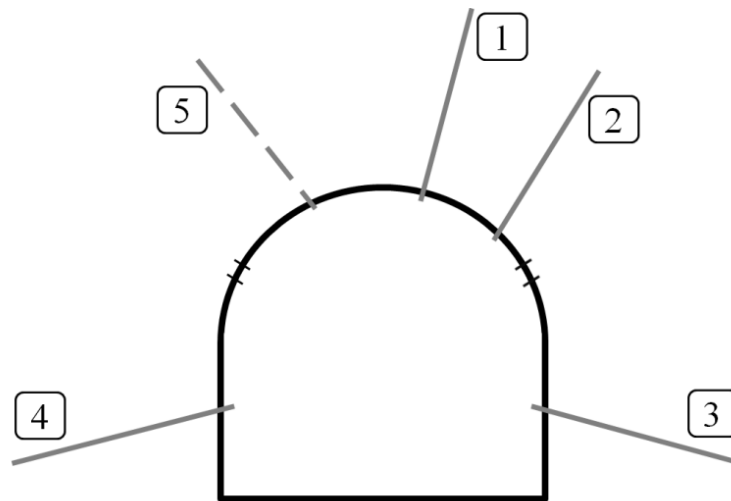


Рисунок 2.5. Схема установки анкерів «ІРМА» в залежності від їх кількості на пікеті згідно таблиці 1

На ділянці ПК160 + 5м по ПК164 + 5м, встановлювалися анкери «ІРМА», при цьому істотних змін стану забою не спостерігалось. При наявності оточуючих виробку гірських порід, які не дозволяють виконувати нагнітання полімерних смол (нерозвиненість системи тріщин і ін.) При цьому тиск в насосі становило 100 Бар, а витрата смоли був відсутній. З цієї причини на даній ділянці зміцнення приконтурного масиву виробки за рахунок збільшення кількості анкерів в анкерному ряду, додавши в анкерний ряд сталеполімерні анкери до загальної кількості 11-ти штук в покрівлю з нахилом на забій під кутом 70° .

Було розроблено і прийнято технічне рішення на ділянці виробки ПК164 + 5м по ПК167 + 7м (див. Таблиця 2.1) встановлювати бурові шпури «Ірма» в забої, а нагнітання виконувати в наступну добу (через 12-24 години) на відстані не більше 2 х метрів від забою. При цьому при загальній довжині анкера 2,5 м в масив забурюються приблизно 2,4-2,45 м з нахилом на забій під кутом $60-70^{\circ}$. Після добового відстою відбувалося розкриття тріщин в породному масиві, що дало можливість виконувати нагнітання смоли при тиску в насосі в межах 50-70 Бар. Також для забезпечення стійкого стану порід підосви і зменшення його спучування анкера «Ірма» встановлювалися в підосву виробки на ділянці ПК163-165, 166-167 в кількості від 1 до 3.

Зведена таблиця установки анкерів на відповідних ділянці

Дата	ПК - ПК	Кількість пробурених шпурів "Ірма"	Вага смоли, кг на 1 шпур
14.10.2015	ПК160+5М	2	
21.10.2015	ПК161+5М	3	
23.10.2015	ПК162	2	
24.10.2015	ПК 162+3 м	3	
25.10.2015	ПК 162+5 м	2	
29.10.2015	ПК162+9м - ПК163	2	4
30.10.2015	ПК162+9м - ПК163+2м	4	
31.10.2015	ПК163 -ПК163+2м	3	
02.11.2015	ПК163+6м	1	10
06.11.2015	ПК164+2м	3	75
07.11.2015	ПК164+5м	4	20
08.11.2015	ПК164+5м - ПК164+7м	3	60
09.11.2015	ПК164+7м - ПК164+9м	4	288
11.11.2015	ПК165+1М	5	32
14.11.2015	ПК165+3м - ПК165+5м	6	192
15.11.2015	ПК165+7м	2	
16.11.2015	ПК165+9м	2	352
17.11.2015	ПК166+1М - ПК166+3м	5	348
18.11.2015	ПК166+3м	4	64
19.11.2015	ПК165	1	192
20.11.2015	ПК166+5м	2	200
21.11.2015	ПК166+5м	3	320
23.11.2015	ПК166+9м	4	320
24.11.2015	ПК166+9м, ПК167+3м	4	
25.11.2015	ПК167+1М	4	
26.11.2015	ПК167+3м	3	348
27.11.2015	ПК167+5м - ПК167+7м	4	320

Після завершення зміцнення приконтурного масиву і затягування бортів і склепіння вироблення, через кожні 2,0 п.м. виробку торкретували (сумішшю ТЕКХАРД Т) забутової частині виробки з боку забою. Тампонаж виконувався на ділянці ПК163 по ПК167 + 7м. Для більш якісного заповнення закріпного простору між кріпленням і породним масивом був змінений крок (заходку) тампонування з 2-х на 1-н метр. Середня витрата сухої суміші склав 1,9 т / п.м.

Завдяки рішенню своєчасному нагнітання смоли вдалося скріпити породний масив і зупинити процес значного збільшення конвергенції.

На даний момент конвергенція в ПГД (Богдановський скидання) є фоновою.

2.2. Результати виконання моніторингу відкатувального квершлягу при перетині регіонального тектонічних порушення

Моніторинг поточного стану відкатувального квершлягу пласта C_{10}^B , проведеного в породному масиві з різним ступенем порушеності, виконувався за даними візуального обстеження та інструментальних вимірювань. Об'єктивна оцінка стану кріплення, поведінку порід, величина вертикальної і горизонтальної конвергенції і стан виробки в цілому виконувався на вимірювальних станціях і контрольних ділянках (вибій виробки) (див. мал.1).

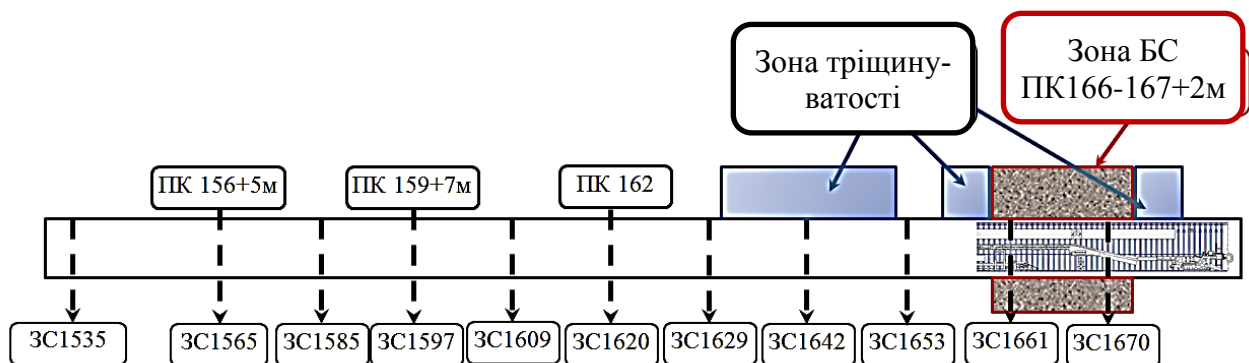


Рисунок 2.6. Встановлення вимірювальних станцій по трасі виробки

Дільничний нагляд щозміни і шахтний нагляд не рідше одного разу на три дні проводив інструментальні заміри на реперних станціях на початкових етапах моніторингу. При зміні інтенсивності спостерігаються зсувів частота проведення вимірювань може бути збільшена або зменшена. Рішення про зміну частоти геомеханічних вимірів взяти експертно-аналітичної моніторинговою групою, що здійснює авторський нагляд.

При наближенні виробки до небезпечної зони на відстань 80 ... 100 м від початку зони скиду, починають проводити геомеханічний моніторинг. Моделювання з інтервального калібруванням геомеханічної моделі на основі результатів вимірів (див. РОЗДІЛ 3), прогноз стійкості виробки проводиться 1 раз в три дні, фахівцями експертно-аналітичної моніторингової групи.

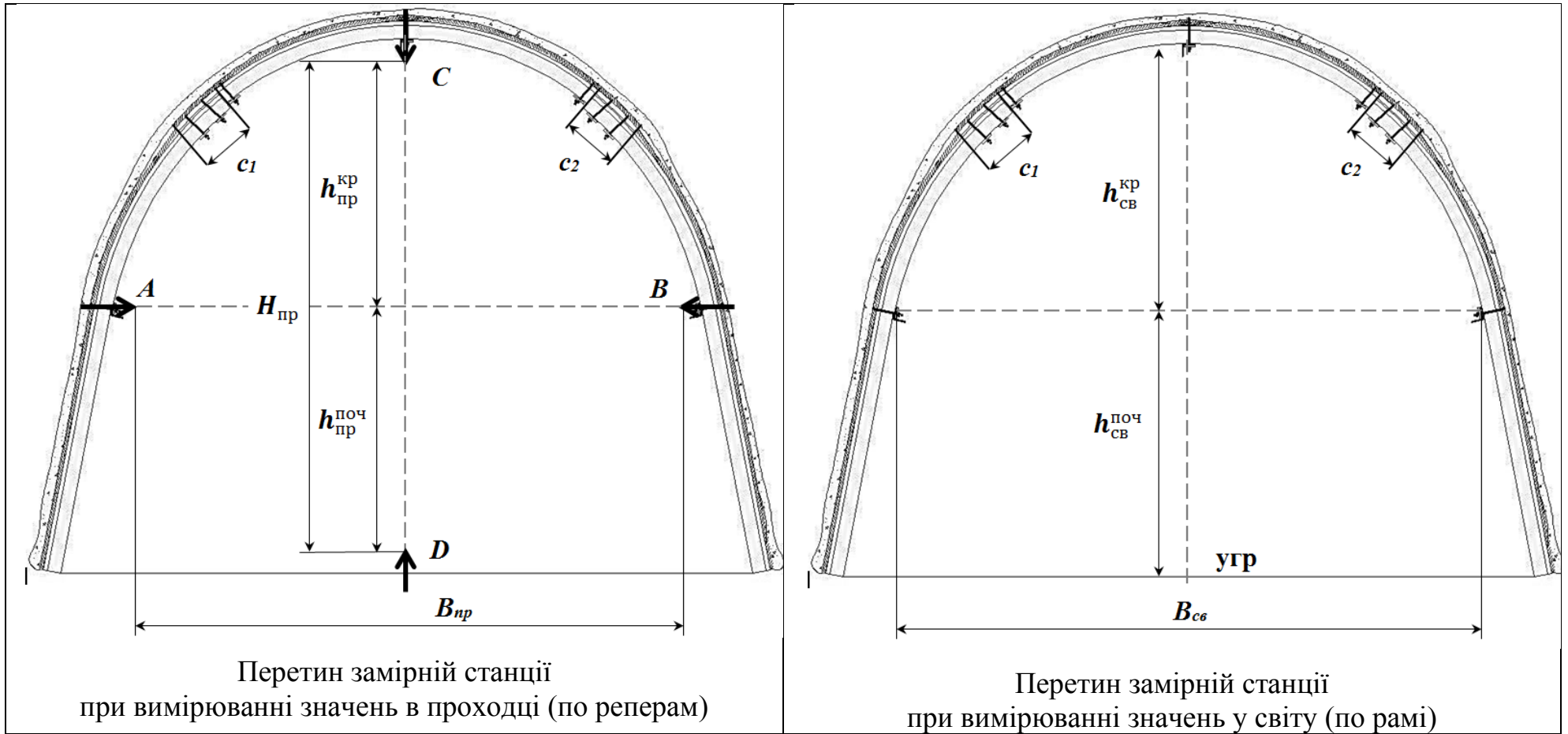
У процесі моніторингу вимірювальної станції виконуються контрольні заміри, відзначаються всі зміни стану рам кріплення: деформації кріплення елементів; руйнування деталей і т.д. Найбільш характерні зміни ескізуються або фотографуються (див. ДОДАТОК 1). Результати вимірювань і обстежень узагальнюються і зводяться в спеціальний журнал (рис. 2.7):

- величини в замках кріплення;
- ширини виробки в проходці і світу;
- висоти виробки;
- величину вертикальної конвергенції, розкладеної по складовим: зміщення підшви та покрівлі;
- положення вибою виробки на момент виконання вимірювань.

Оцінка вибою виробки виконується за такими чинниками:

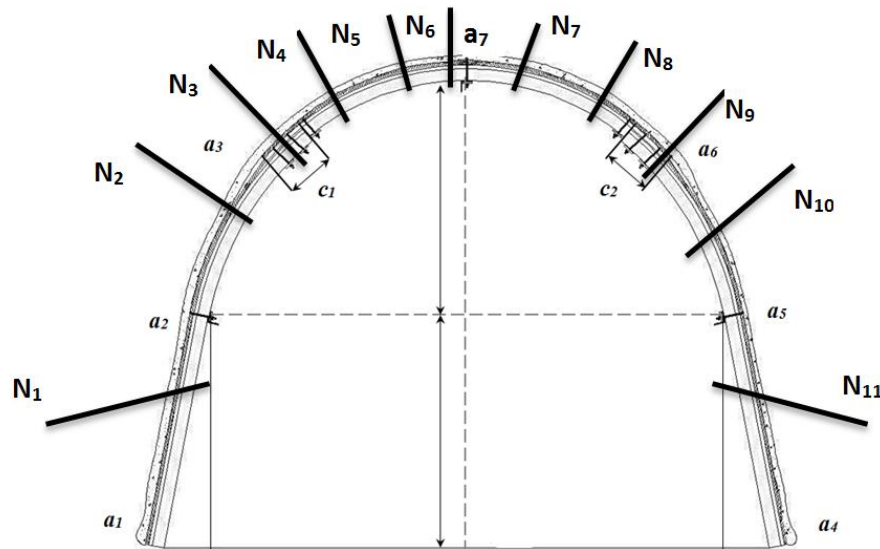
- установка і стан кріплення КШПУ в забої виробки;
- установка і стан анкерного кріплення в забої виробки;
- поведінка порід в покрівлі, підшві і по породному оголенню виробки;
- вимірювання зазору між рамою кріплення і породним масивом (в 7-ми точках, див. рис. 2.8);
- наявність водотоку (відсутність / капіж / струмки, м³/год);
- характерна поведінка порід (розпадається на блоки (розмір), системи тріщин, осипання, обвалення, опускання і т.п.);
- виділення газу метану СН₄ в забої.

Для отримання достовірних результатів вимірювання з урахуванням проведення виробки по трасі з різним ступенем порушеності порід, закладення контурних реперів і виконання первинного виміру необхідно виконати безпосередньо в забої. Наступні виміри будуть виконуватися в зоні розташування технологічного обладнання, за прохідницьких комбайном в межах стрічкового перевантажувача і за ним.



Дата измерения	Забой, № ПК	$B_{пр}, м$	$h_{пр}^{кр}, м$	$h_{пр}^{поч}, м$	$H_{пр}, м$	$B_{св}, м$	$h_{св}^{кр}, м$	$h_{св}^{поч}, м$	$c_1, м$	$c_2, м$	Примечания

Рисунок 2.7. Журнал вимірювань для виконання моніторингу на вимірювальних станціях



Дата ізм.	Забій, № ПК	$a_1, м$	$a_2, м$	$a_3, м$	$a_4, м$	$a_5, м$	$a_6, м$	$a_7, м$	СН ₄ , %	Водопритік капез, струйки, м ³ /ч	Сист. Трещін (заколы), шт	Приміки

Рисунок 2.8. Схема вимірювань в забої вироблення та відомість вимірів

Для попередження заливки вимірювальних точок твердіє сумішшю під час торкретування, на рамі кріплення за допомогою дроту фіксуються дерев'яні бруски. Після проведення робіт по торкретування, бруски видаляються, для доступу до поверхні профілю кріплення і вимірювальним точкам.

У загальному вигляді для проведення вимірювань повинна використовуватися маркшейдерська рулетка, схил на гнучкому підвісі, джгут для натягування вимірювального горизонту, будівельний рівень довжиною не менше 1,5 м. Вимірювання виконуються командою з двох чоловік. Отримані результати фіксуються у відповідній замірній відомості потім оброблялися і будувалися графіки переміщення породного контуру виробки з плином часу.

Узагальнені результати натурних вимірювань у відносних величинах висоти і ширини виробки представлені на рис. 2.9 і 2.10.

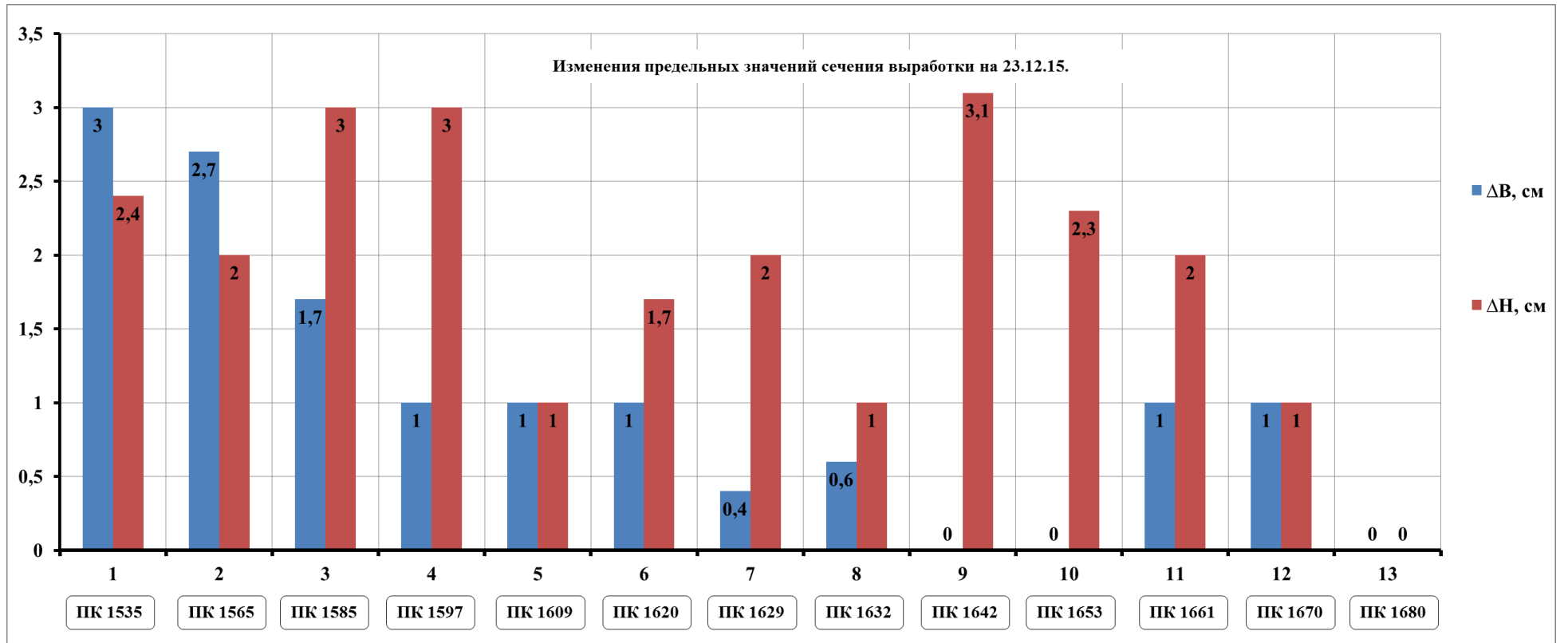


Рисунок 2.9. Узагальнені результати натурних вимірювань у відносних величинах висоти і ширини виробки на 23.12.15.

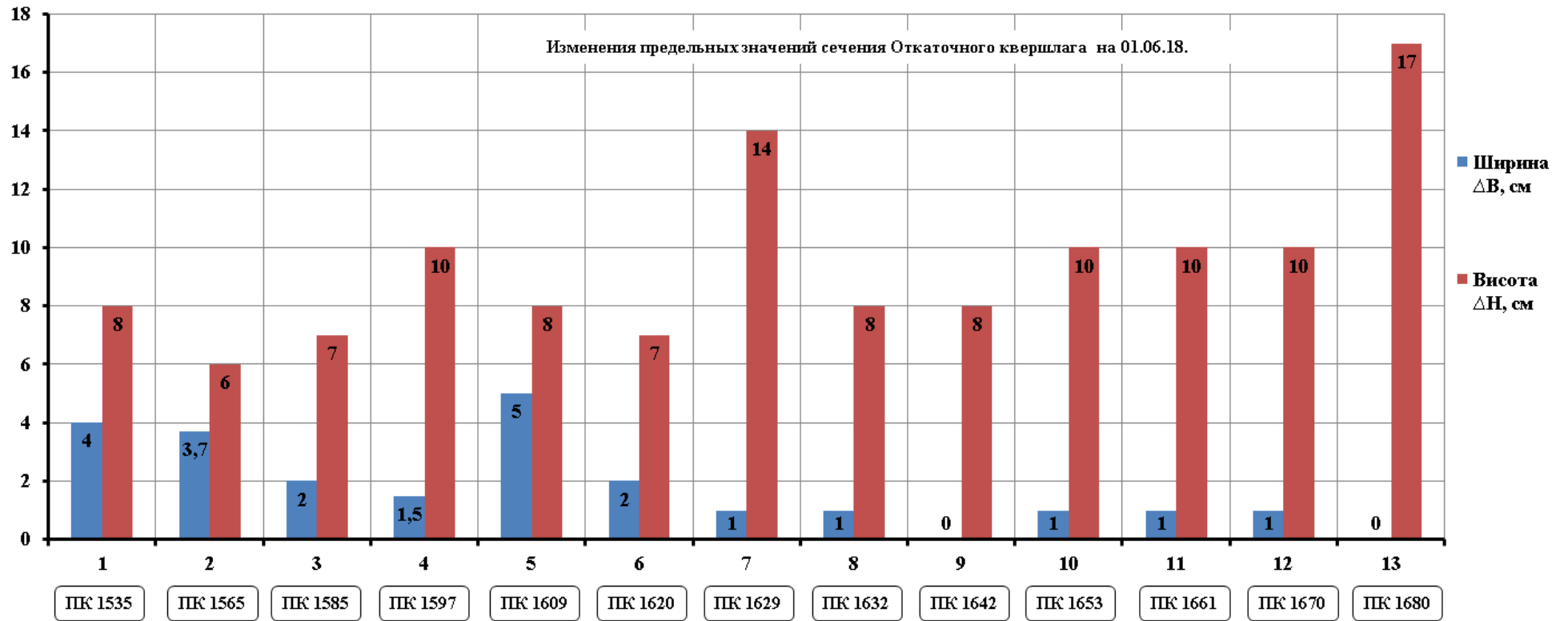


Рисунок 2.9. Узагальнені результати натурних вимірювань у відносних величинах висоти і ширини виробки на 01.06.18.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Калібрування комп'ютерної моделі по зафіксованим зсувів реперів і елементів конструкції кріплення, а також прогноз цих параметрів при посуванні вибою виробки показують їх стабілізацію в зафіксованому діапазоні. Це означає, що геомеханічного впливу зони скиду не очікується. Не очікується також зміни параметрів проникності масиву і водопроявів.

2. Результати обстеження свідчать, що встановлені нормативними документами вимоги щодо проведення та технічного стану виробки по газовому фактору і як підземної споруди з анкерним кріпленням дотримані, а стан кріплення дозволяє експлуатацію і подальше проведення даної гірничої виробки відповідно до розробленого Паспорту.

3. За результатами натурних вимірювань, в межах вимірювальних станцій, на всьому проміжку виробки зміни геомеханічного стану у виробці вимірами не зафіксовано.

4. Завдяки рішенню своєчасному нагнітання смоли вдалося скріпити породний масив і зупинити процес значного збільшення конвергенції.

5. На момент завершення спостережень конвергенція в зоні Богданівської скидання є фоновою.

РОЗДІЛ ІІІ ГЕОМЕХАНІЧНА ОЦІНКА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПОРОДНОГО МАСИВУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВІДКАТУВАЛЬНОГО КВЕРШЛАГУ В НЕБЕЗПЕЧНІЙ ЗОНІ ТЕКТОНІЧНОГО ПОРУШЕННЯ «БОГДАНОВСЬКИЙ СКИД»

Проведення відкатувального квершлягу пласта С₁₀^В було розпочато в 2010 році. Виробка пройдена до ПК 129 + 8м, і 11 червня 2012 р ізольована перемичкою, встановленою на ПК13 + 5м. Загальна протяжність тупиковій частині виробки склала 1160 п.м (рис. 3.1). При подальшому проведенні відкатувального квершлягу пласта С₁₀в виробленням буде перетинатися геологічне порушення «Богдановський скидання». Для забезпечення безпечного ведення робіт і довгострокової підтримки вироблення встановлюються межі небезпечних зон по прориву води і по обвалення порід покрівлі, в межах яких роботи повинні вестися за спеціально розробленим проектом.

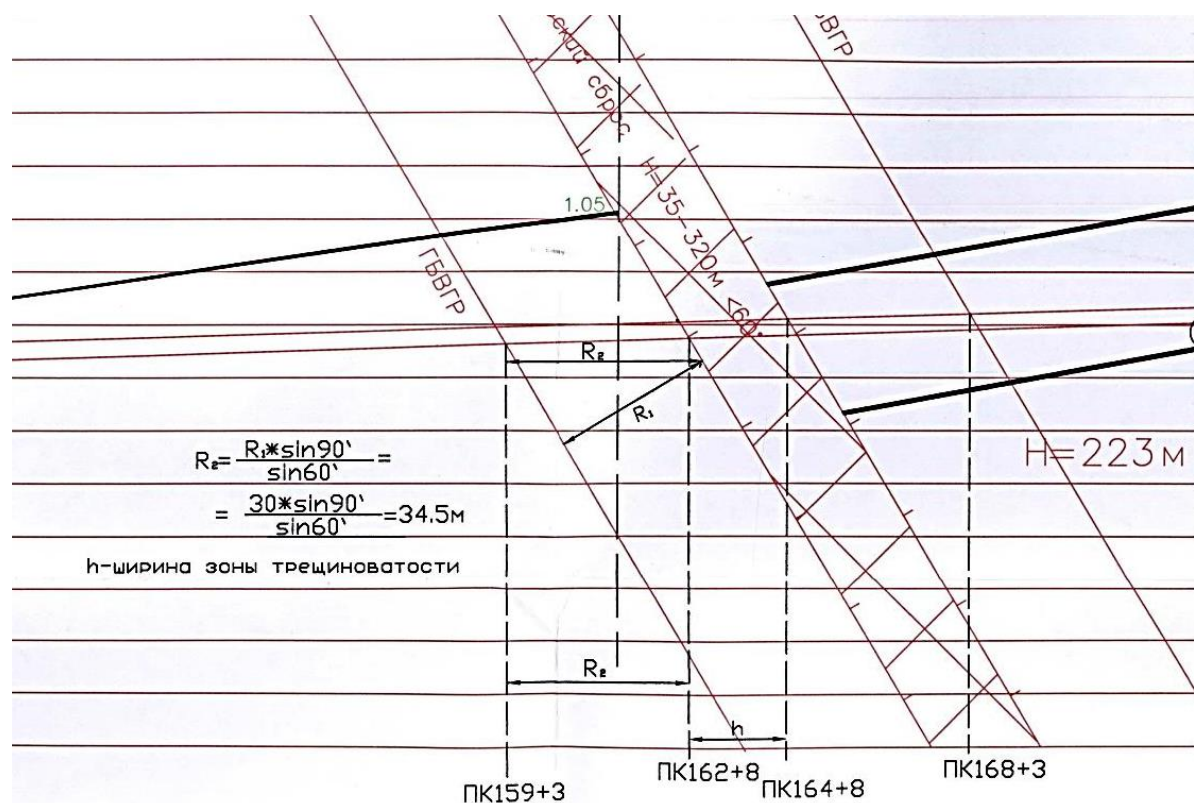


Рисунок 3.1. Параметри геологічного порушення «Богдановський скид»

Тектонічне порушення «Богдановський скидання» має амплітуду зміщення $H = 35-320\text{м}$ і кут падіння $45-60^\circ$ (рис. 3.1). Прийнята концепція перетину квершлягом геологічного порушення передбачає зміну технології та засобів кріплення по довжині виробки в залежності від даних моніторингу стану гірсь-

кого масиву. По довжині виробки: при підході, перетині Богданівської скидання і відході від нього, попередньо визначені 7 основних ділянок. Межі цих ділянок показані на схемі рис. 3.2.

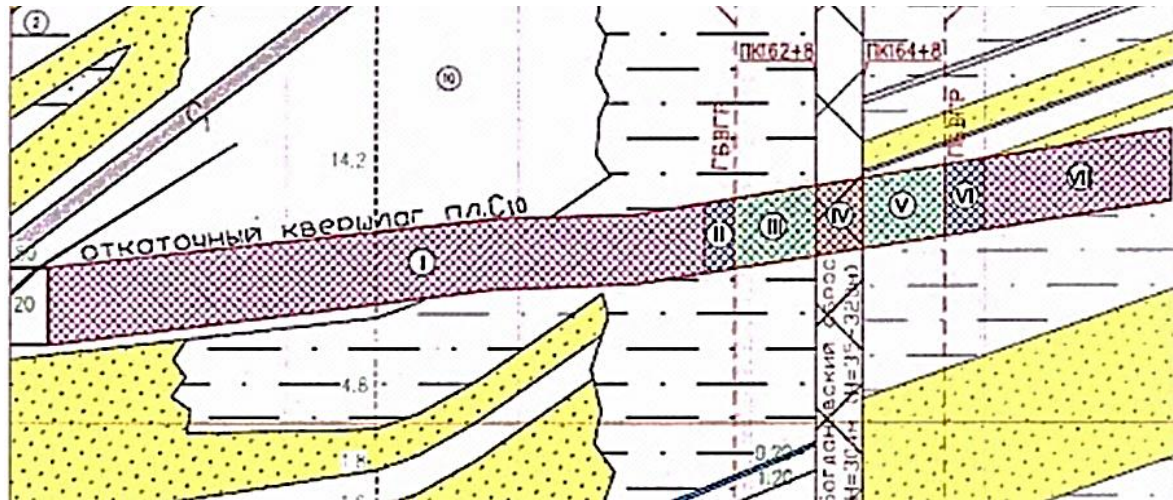
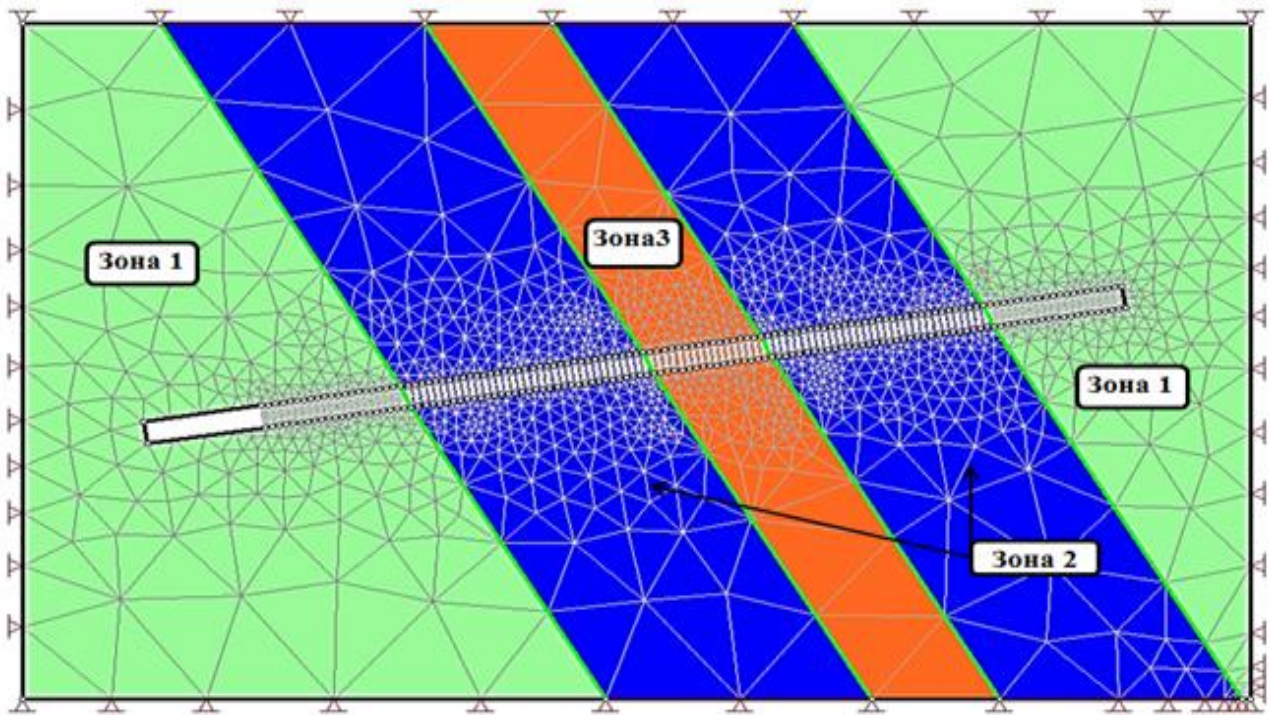


Рисунок 3.2. Схема розташування ділянок з різними рівнями стійкості виробки по довжині квершлага в зоні Богданівської скидання

Ділянка I - від місця зупинки забою до точки, віддаленої на 30 м від кордону безпечного ведення гірських робіт (ГБВГР). **Частина II** - зона протягом 30 м від закінчення ділянки I до початку кордону безпечного ведення гірських робіт (ГБВГР). **Ділянка III** - від закінчення ділянки II (від початку зони ГБВГР) до площини сместителя. **Ділянка IV** - Перехід площині сместителя. **Ділянка V** - За площиною сместителя до ГБВГР. **Ділянка VI** - Відхід від ГБВГР на 30 м. **Ділянка VII** - Відхід від ГБВГР більше 30 м.

Цей поділ прийнято, виходячи переважно з міркувань технології проведення виробки, здійснення моніторингу ускладнюючих факторів і кріплення квершлага. З точки зору оцінки стійкості геомеханічної системи «вироблення-кріплення-породний масив» кількість зон аналізу може бути зменшено до трьох (рис. 3.3):

- Зона 1** - неперушення зона поза впливом скидання;
- Зона 2** - зона оперяються тріщинуватості;
- Зона 3** - зона перем'ятих, сильно тріщинуватих порід.



Малюнок 3.3. Зони оцінки чисельної стійкості геомеханічної системи «вироблення-кріплення-порідний масив»

Для оцінки ризиків, пов'язаних з перетином виробленням тектонічного порушення, виконується чисельне (цифрове) моделювання даної геомеханічної ситуації і визначається напружено-деформований стану (НДС) вуглепородного масиву в околиці відкатувального квершлага пл. C_{10}^B шахти «Самарська» з урахуванням входження даної виробки в небезпечну зону тектонічного порушення з зазначеними вище параметрами.

3.1. Методика виконання чисельного моделювання

Аналіз стану масиву виконується методом кінцевих елементів на основі ліцензійної програми Phase2 компанії Rockscience (Канада). Моделювання здійснюється в три етапи:

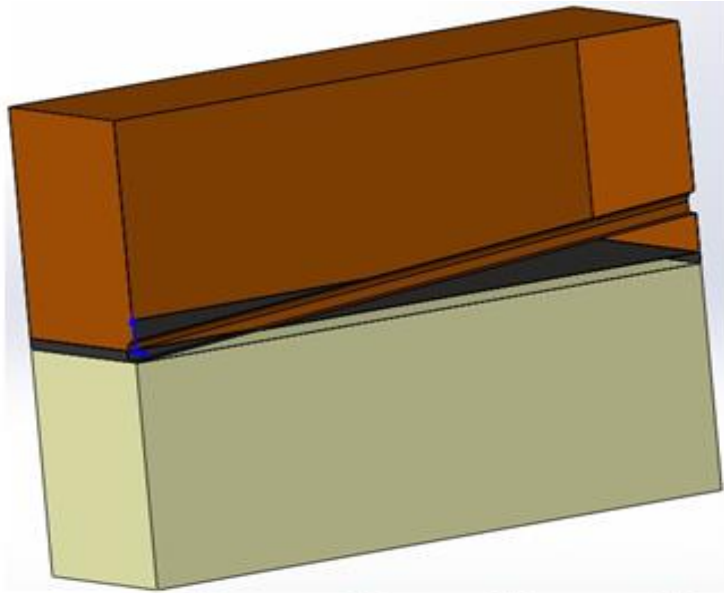
1. Моделюється відкаточний квершлаг як протяжна порожнину в тривимірній області породного масиву поза зоною впливу геологічного порушення. На цьому етапі виконується «калібрування» моделі для даних гірничо-

геологічних умов відповідно до даних візуальних та інструментальних спостережень за станом вироблення і здійснюється перехід до двовимірним розрахунковим схемам, що моделює поздовжнє і поперечне перетину протяжної виробки (рис. 3.4).

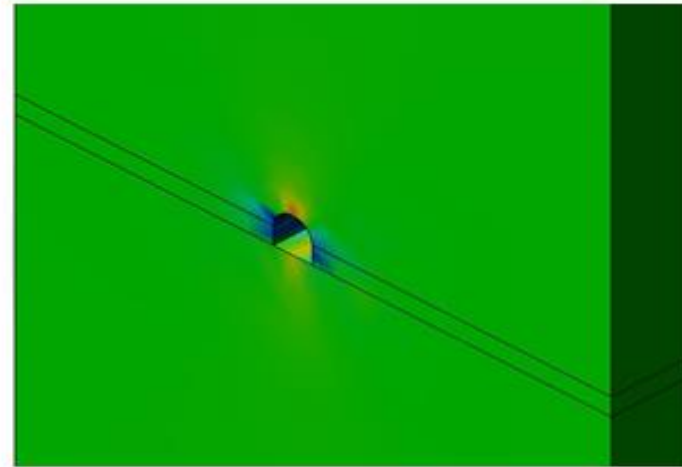
2. Імітується процес проведення відкатувального квершлягу, тобто послідовний рух вибою виробки до підходу до тектонічному порушення. Розглядається подовжній перетин протяжної виробки з урахуванням додаткових коефіцієнтів концентрації напружень, які враховують відміну спрощеної двовимірної моделі перетину від реального тривимірного розподілу напружень в околі вироблення. На основі двовимірної моделі поздовжнього перерізу квершлягу моделюється просування його забою шляхом покрокового зміни граничних умов (закріплення контуру виробки). На цьому етапі також здійснюється адаптація моделі до реальних умов.

3. Моделюється входження вибою виробки в небезпечну зону. На цьому етапі використовуються узагальнені дані про розміри порушеної зони, зокрема про поширення оперяються трещиноватості і її інтенсивності, ступеня зволоження порід і пов'язаної з цим втрати міцності.

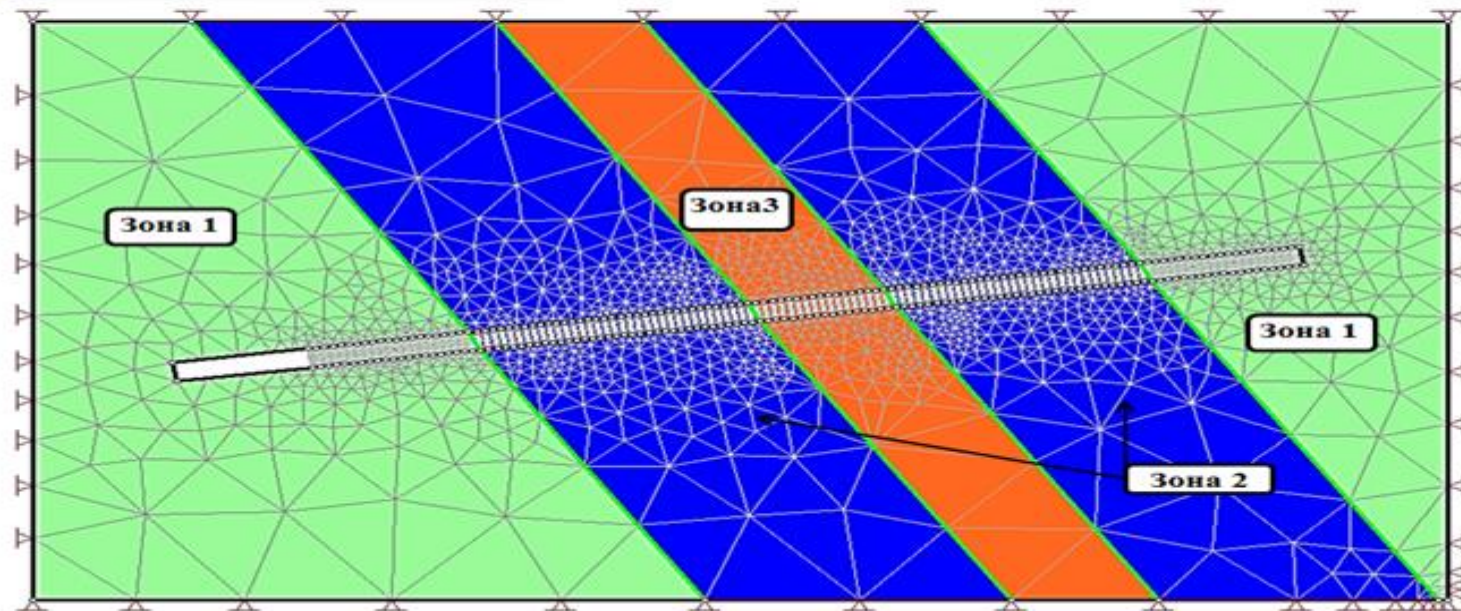
a)



б)



в)



г)

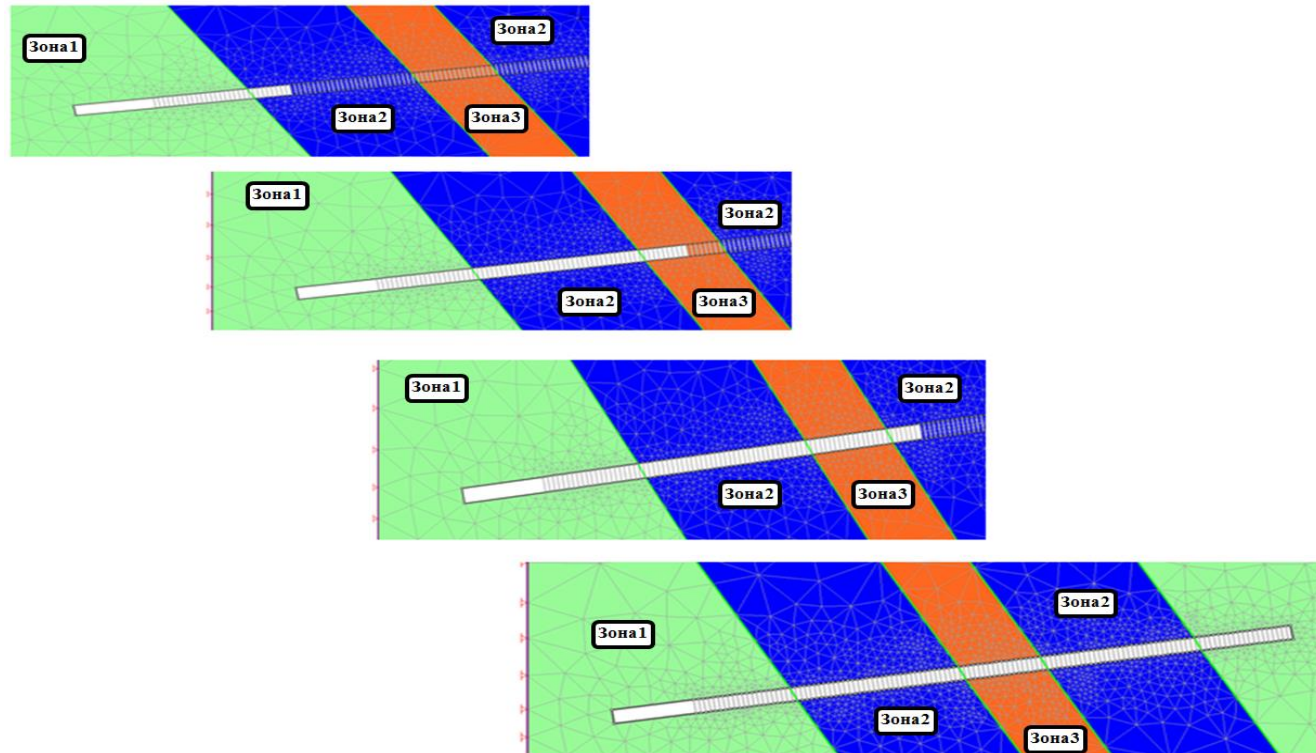


Рисунок 3.4. Розрахункова схема для моделювання послідовного просування вибою виробки в різних зонах: а) - трехмерная модель протяжної виробки; б) - плоске перетин, перпендикулярний до осі квершлягу; в) поздовжній перетин квершлягу при входженні забою в зони різної порушеності; г) поздовжні перерізи на різних етапах преведенного квершлягу: 1 - непорушення зона поза впливом скидання (геологічний індекс $GSI = 30$); 2 - зона оперяються трещиноватости (геологічний індекс $GSI = 20$); 3 - зона перемятих, сильно тріщинуватих порід (геологічний індекс $GSI = 14$)

На другому і третьому етапах моделювання послідовне просування забою імітується за допомогою 125-ти стадій, на кожній з яких забій просувається на 1 м, після чого вироблення на попередньому кроці закріплюється шляхом додатка рівномірно розподіленого навантаження, що імітує відсіч кріплення. На кожній стадії визначаються напруги, деформації та переміщення порід у області масиву навколо відкатувального квершлягу, а також зони непружних деформацій (руйнування). Ці зони визначаються на основі критерію міцності Хока-Брауна [5], добре апробованого в умовах порід Західного Донбасу.

Критерій Хока-Брауна визначає рівень граничних напруг, реалізація яких в масиві призводить до переходу порід в новий якісний стан. Залежно від виду порід це може бути або крихке руйнування або незворотні пластичні деформації. Передбачається, що в руйнуванні порід в певній мірі беруть участь і напруги зсуву і напруги відриву. У класичному вигляді умова руйнування описується рівнянням

$$\sigma_1 = \sigma_3 + R_c \left(m_b \frac{\sigma_3}{R_c} + s \right)^a, \quad (4.1)$$

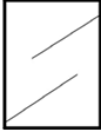





де σ_1 і σ_3 – максимальне і мінімальне головні напруження, R_c – середнє значення межі міцності на одновісний породних зразків, m_b – константа Хока-Брауна, що враховує генезис і стан (якість) породного масиву, s і a – константи, одержувані при випробуванні порід в складному напруженому стані.

Критерій (4.1) дозволяє врахувати структурні відмінності порід за допомогою так званого геологічного індексу міцності GSI (Geological Strength Index), що враховує геологічні особливості породного масиву, зокрема його структуру і наявність тріщин ($5 \leq \text{GSI} \leq 100$).

Значення геологічного індексу міцності вибираються відповідно до класифікації, розробленої Е. Хоком і Д. Брауном (табл. 3.1).

Таблица 4.1

Класифікація порід на основі геологічного індексу міцності

Коэффициент геологической прочности для связанных пород (GSI)		ОЧЕНЬ ХОРОШЕЕ	ХОРОШИЕ	СРЕДНИЕ	ПЛОХОЕ	ОЧЕНЬ ПЛОХОЕ
Оценка среднего значения GSI с учетом литологии, структуры и состояния поверхности с нарушениями сплошности.		Очень грубые, не выветренные поверхности	Грубые, слабо выветренные поверхности со следами окисла железа	Гладкие, умеренно выветренные или измененные поверхности	Очень выветренные поверхности с плоскостями скольжения, с включениями фрагментами неправильной формы	Сильно выветренные поверхности с плоскостями скольжения, с глинистыми пропластками или включениями
СТРУКТУРА		УХУДШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ →				
	Неповрежденная или монолитная – неповрежденные или монолитные куски породы с несколькими далеко расположенными нарушениями сплошности	90	80			
	Блочная – хорошо спеленный неповрежденный породный массив, состоящий из блоков кубической формы с взаимно пересекающимися системами трещин		70			
	Многоблочная – спеленный, частично поврежденный массив с многогранными угловыми блоками, сформированными пересечением 4-х или более систем трещин		60	50		
	Блочно-нарушенная – Слоистый складчатый массив с включениями отдельных круглой и многоугольной формы.			40	30	
	Дезинтегрированная – слабо связанный, дезинтегрированный, сильно нарушенный массив, состоящий из отдельных круглой или многоугольной формы				20	
	Сланцеватая – отсутствие блоков вследствие близкого расположения слабых прослоек или плоскостей сдвига (кливажа)					10
УМЕНЬШЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ КУСКОВ ПОРОДЫ ↓						

Чисельне значення GSI вибирається по зазначеній класифікації на основі візуального обстеження порід в природних умовах і даних, наданих геологічною службою шахти.

Введення в розрахунок індексу GSI коригує всі механічні характеристики порід в залежності від їх структури і ступеня порушення.

З урахуванням індексу порушеності константа m_b , яка визначає генезис порід, коригується таким чином:

$$m_b = m_i \exp\left(\frac{GSI - 100}{28}\right). \quad (3.2)$$

Величини s і a (параметри апроксимації обвідної кіл напруг при випробуванні зразків) визначаються в залежності від геологічної характеристики порід. Для породного масиву «хорошого» якості ($GSI > 25$) маємо:

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9}\right), \quad a = 0,5. \quad (3.3)$$

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

$$s = 0, \quad a = 0,65 - \frac{GSI}{200}. \quad (3.4)$$

Породи, що вміщують пласт C_{10}^B представлені аргілітами, алевролітами, пісковиками і класифікуються як нестійкі, а також вельми нестійкі. Породи тріщинуваті, схильні до розмокання, міцність на стиск в необводнених стані не перевищує 26 МПа. Відповідно до класифікації Хока-Брауна, а також з більш ранньої кваліфікацією Бенявського, зазначені породи слід віднести до порід «поганої якості» (Poor Quality Rock Mass), які, тим не менш, в місцях оголення зберігають зв'язність і цілісність незважаючи на присутність 2 -х або 3-х системи тріщин.

Виходячи з цієї характеристики даними породам може бути привласнений індекс $GSI = 30$. Це означає, що параметри, що характеризують перехід порід в позамежне (пластичне) деформування перераховуються за наведеними вище кореляційним залежностям (3.2) - (4.4) [5] і таким чином, змінюються в порівнянні з тими, що отримані для зразків порід.

Відомо, що безпосередньо зоні геологічного порушення передуює зона підвищеної «оперяються» тріщинуватості (рис. 3.1). Кордон цієї зони відокремлює область безпечного ведення робіт (ГБВГР) від області впливу порушення. Зони оперяються тріщинуватості введені в розрахункову схему завдання для відображення поступового погіршення геологічної ситуації при русі вибою виробки до тектонічному порушення. Механічні властивості порід в цих зонах перераховані з урахуванням геологічного індексу, рівного $GSI = 20$, відповідного сильно порушеному.

У власне зоні тектонічного скидання породи, представлені аргілітами, алевролітами і пісковиками, мають сильно порушену структуру, розбиті тріщинами різного напрямку з дзеркалами ковзання, сильно перемятих або роздроблені. З урахуванням цих структурних особливостей в зоні порушення геологічний індекс знижується до мінімального значення $GSI = 14$.

Фізико-механічні властивості порід і вугілля прийняті для моделювання на основі даних геологічної служби відповідно до стратиграфічної колонкою (рис. 3.5) і геологічним описом порід.

Вище вказувалося, що імітація руху очисного вибою здійснюється шляхом послідовного збільшення розміру вироблення в поздовжньому напрямку. При кожному наступному збільшенні довжини вироблення (тобто на кожній наступній стадії моделювання) враховуються деформації, реалізовані на попередній стадії. Підтримка штреку кріпленням КШПУ моделюється шляхом задання розподіленого навантаження уздовж перерізу виробки.

3.2. Результати чисельного моделювання

На кожній стадії просування забою виконувалася повна оцінка напружено-деформованого стану всієї області, що включає досліджувану трасу відкатувального квершлягу пласта C_{10}^B .

Як було зазначено вище, найбільший інтерес представляють розміри області руйнування навколо виробки, що створюють тиск на кріплення. Загальна картина зміни розмірів і конфігурацій цих областей в різних зонах, які перетинає забій квершлягу, показана на рис. 3.6.

Далі більш детально показана картина руйнування на окремих стадіях проведення виробки при входженні забою в зони різного ступеня порушеності.

У зоні 1 (рис. 3.7) висота області зруйнованих порід навколо виробки становить 2,5-3,0 м (за винятком перетинів поблизу кордону всій моделюється області, де на результати впливають граничні умови). На рис. 3.7, б показано поперечний переріз квершлягу і конфігурація області руйнування.

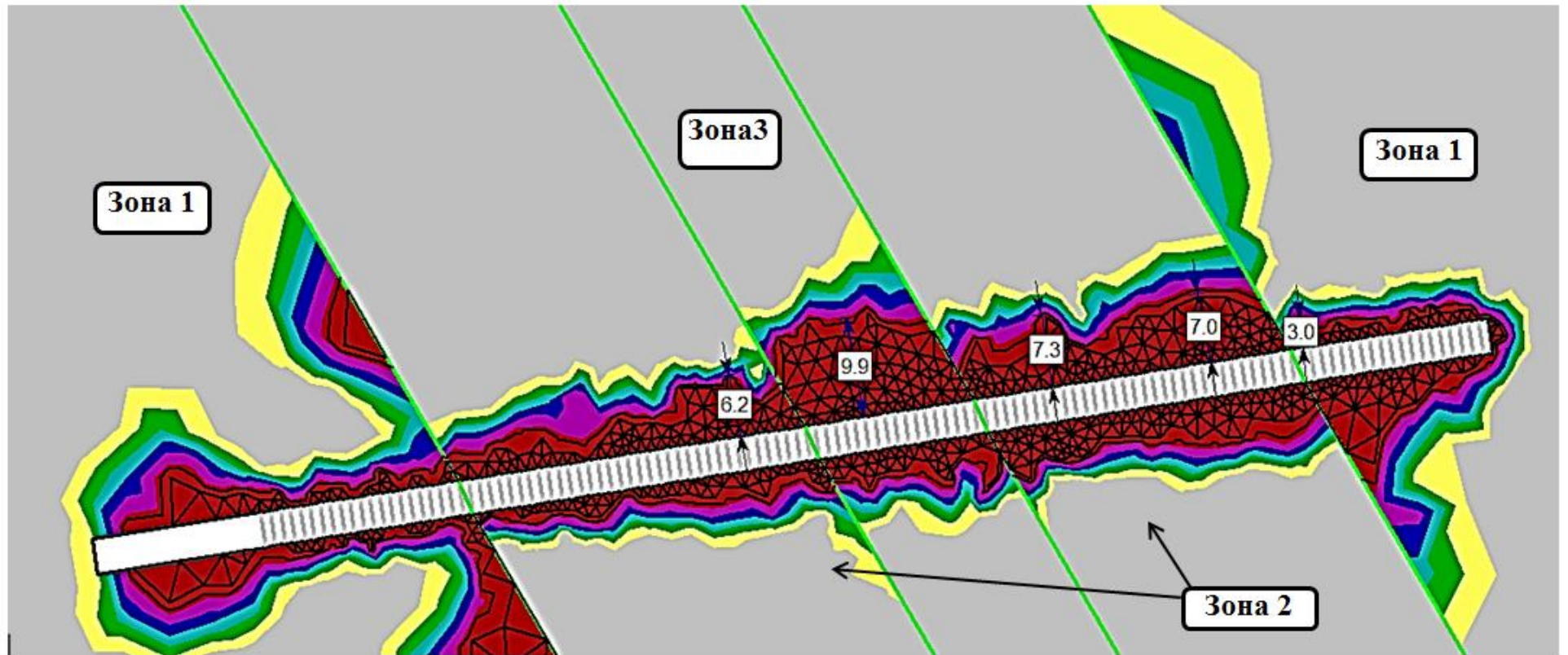


Рисунок 3.6. Конфігурація областей зруйнованих порід при входженні забою відкатувального квершлягу в різні зони впливу геологічного порушення

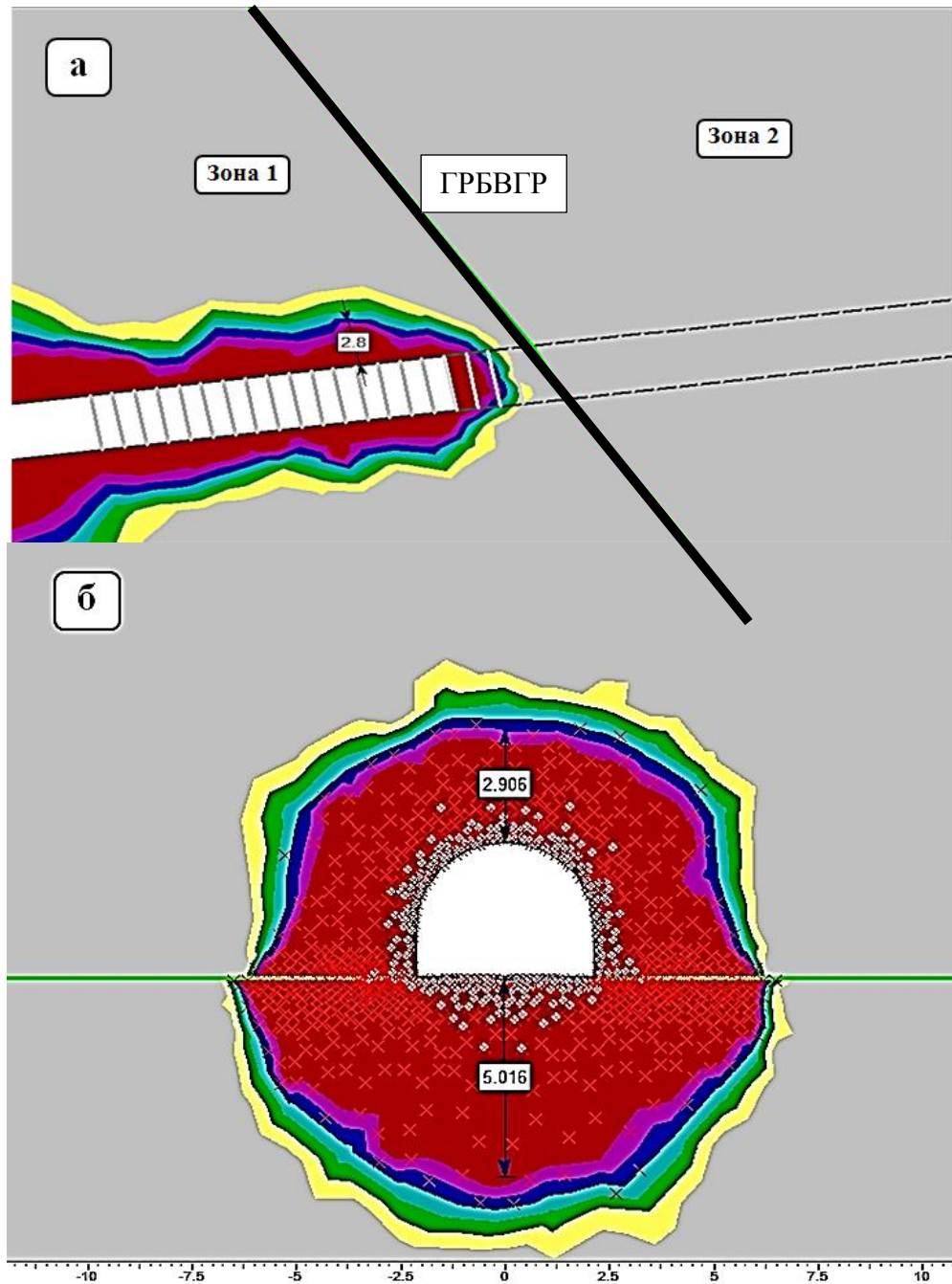


Рисунок 3.7. Области руйнування навколо квершлягу до межі зони впливу скидання: а) поздовжній перетин вироблення; б) поперечний переріз вироблення

Навантаження на кріплення квершлягу визначається як вага порід в області непружних деформацій (руйнування), тобто:

$$P = \gamma \cdot S_m, \quad (3.5)$$

де - площа області руйнування в покрівлі виробки; - об'ємна вага порід. Такий підхід не суперечить концепції нормативного документа [6]. Хоча область зруйнованих порід має параболічне обрис, йдучи в запас міцності будемо визначати площу цієї галузі як площу прямокутника з висотою h_p , де h_p - найбільший розмір зони руйнування в напрямку, перпендикулярному до нашарування, і підставою, рівним ширині вироблення ВВ (рис. 3.8) :

$$P = \gamma \cdot S_m = \gamma \cdot B_B \cdot h_p \quad (3.6)$$

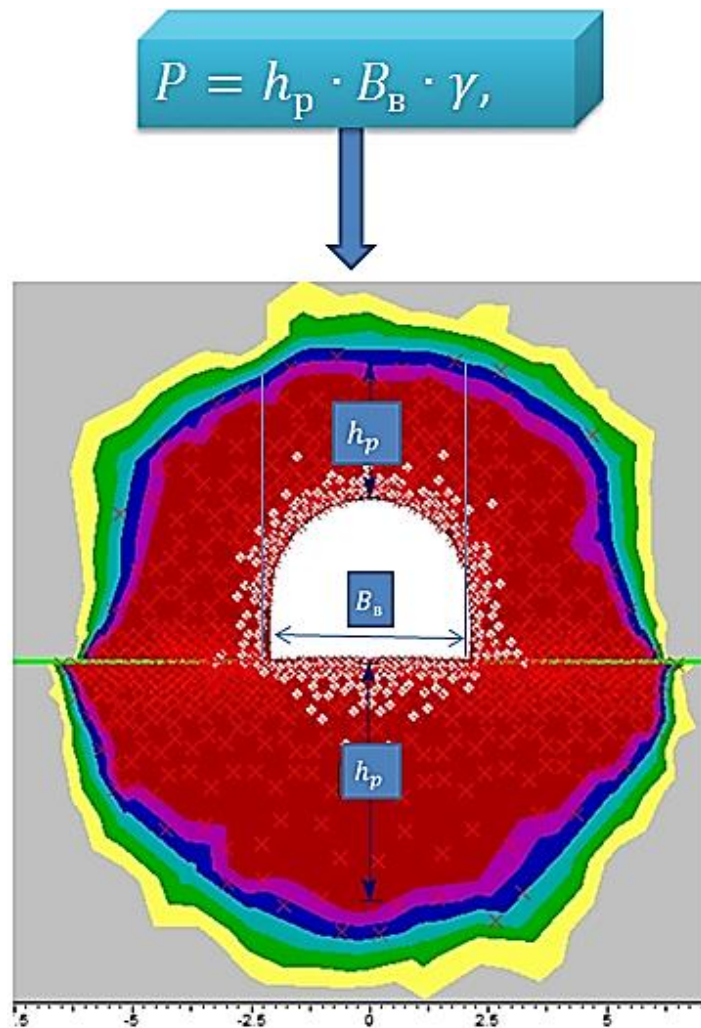


Рисунок 3.8. Схема визначення навантаження на кріплення вироблення

Тиск на кріплення від ваги порід в області руйнування з висотою 3,0 м складе:

$$P = 25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} \cdot 3,0 \text{ м} \cdot 4,5 \text{ м} = 333,45 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 33,3 \frac{\text{т}}{\text{м}}$$

При установці рамної металевого кріплення з кроком 0,8 м (1,25 рама / м) отримаємо навантаження на 1 раму кріплення:

$$P = \frac{333,45 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}}{1,25} = 267 \frac{\text{кН}}{\text{рама}} = 26,7 \frac{\text{т}}{\text{рама}}.$$

Таке навантаження компенсується установкою кріплення КШПУ 11,7, робочий опір однієї рами якої становить 270 кН.

Однак слід зазначити, що в таких умовах кріплення як конструкція близька до вичерпання несучої здатності. Граничний згинальний момент, при якому відбудеться вичерпання несучої здатності перетину з профілю СВП-27, виготовленого зі сталі Ст5сп, визначається формулою:

$$M_{cr} = R_y \gamma_c c_x W_{xn, \min}, \quad (1.7)$$

де R_y - межа плинності сталі Ст5сп, що приймається по ГОСТ 18622-83 ($R_y = 255-295$ МПа); γ_c - коефіцієнт умов роботи, що дорівнює; $\gamma_c = 0,7$; c_x - коефіцієнт форми поперечного перерізу, що приймається згідно з додатком Н з [7] в залежності від ставлення площ полки і стінки; $W_{xn, \min}$ - мінімальне з двох значень моментів опору поперечного перерізу елемента нетто щодо осі x-x, обчислених відповідно для розтягнутого та стисненого волокна.

Для СВП-27 мінімальний момент опору поперечного перерізу становить мЗ; коефіцієнт форми поперечного перерізу $c_x = 1,6$. Тоді критичний момент, що вигинає для профілю СВП-27 складе:

$$M_{cr} = R_y \cdot \gamma_c \cdot c_x \cdot W_{xn, \min} = 255 \cdot 102 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 98,756 \cdot 10^{-6} = 2,82 \text{ (т} \cdot \text{м)}. \quad (3.8)$$

У програмному комплексі «SCAD» методом кінцевих елементів визначені реальні згинальні моменти в елементах кріплення при навантаженні, що становить 267 кН, тобто 26,7 т (на 1 раму). У розрахунковій схемі навантаження прикладалася, як рівномірно розподілена по всьому контуру кріплення (див. Рис. 3.9, а). Розподілена навантаження на конструкцію отримана діленням 270 кН на периметр кріплення (9,5 м) і становить 2,94 (т / м). В опорах прикладалася навантаження виду «заданий переміщення» в діапазоні від 1 см до 30 см.

На рис. 3.10 представлена еюра згинальних моментів в елементах кріплення. Показано перетин, в якому згинальний момент близький до критичного для даного матеріалу і перерізу профілю. Видно, що в даних геологічних умовах кріплення КШПУ 11,7, встановлена з кроком 0,8 м, функціонує майже без запасу міцності. На сполученні прямолінійних елементів (ніжок) і криволінійної частини вигинає момент становить 84% від гранично допустимого. При підтримці квершлага додатковий запас міцності кріплення забезпечується установкою сталеполімерних анкерів.

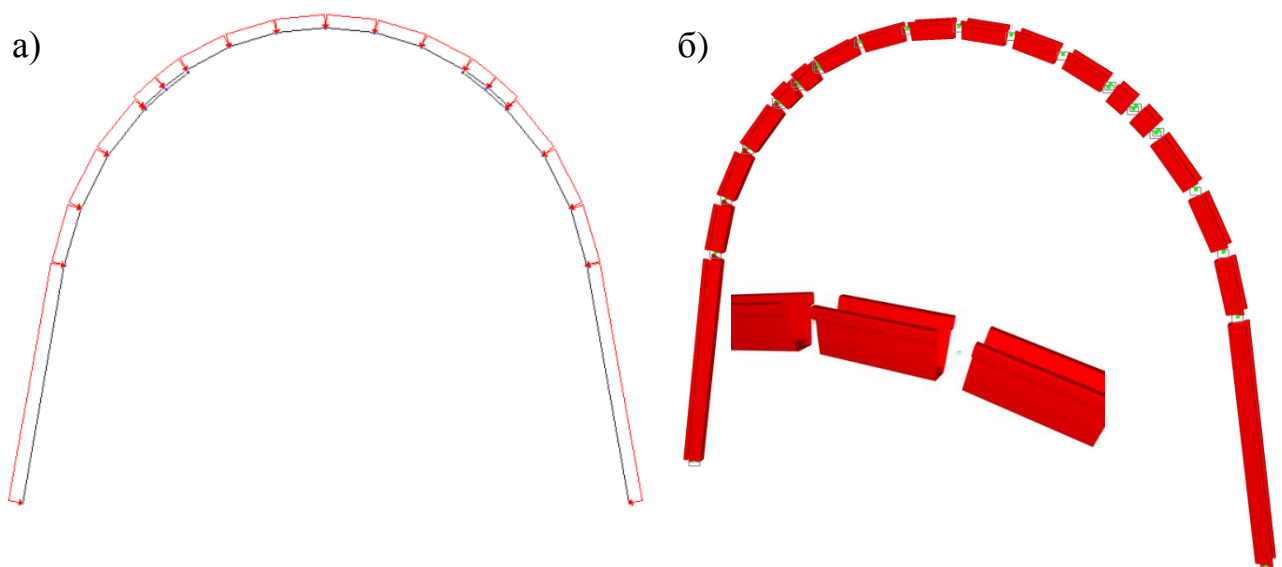


Рисунок 3.9. Загальний вигляд розрахункової схеми в «SCAD-office»: а) розрахункова схема; б) презентаційна графіка розрахункової схеми з фрагментом елемента профілю

При входженні забою в зону оперяються тріщинуватості (зона 2) розмір області руйнування дещо зростає і в покрівлі і в підшві виробки (до 3-4 м). При подальшому просуванні забою область руйнування в покрівлі досягає висоти 5,5-6,1 м (рис. 3.11). Тим самим навантаження на кріплення (на погонний метр вироблення) збільшується до значення

$$P = 25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \times 6,1\text{м} \times 4,5\text{м} = 678 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, (68 \text{ т/м}).$$

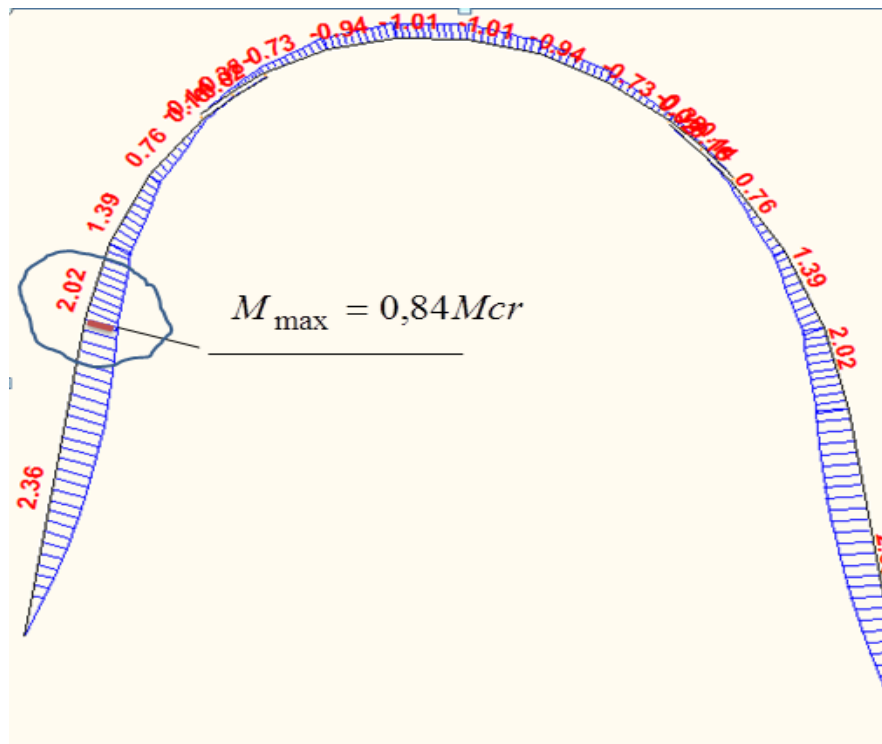


Рисунок 3.10. Епюра згинальних моментів в елементах кріплення КШПУ-11,7 (спецпрофіль СВІ-27)

Для утримання такої ваги порід необхідна установка більш 2-х рам кріплення КШПУ на 1 погонний метр виробки. Крім того, велика область пластичних деформацій в підшві виробки свідчить про можливе інтенсивному обдиманні порід.

При входженні забою безпосередньо в зону скидання (зона 3) розміри області зруйнованих порід і в покрівлі, і в ґрунті стають ще більш значними, досягаючи в покрівлі спочатку 8,0-9,0 м (рис. 4.13), потім у міру подальшого руху забою руйнування в покрівлі поширюється на 10,2 м. Створювана вагою порід навантаження на кріплення складе

$$P = 25 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3} \times 10,2\text{м} \times 4,5\text{м} = 1133 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, (113 \text{ т/м}).$$

Таке значне тиск порід вимагає установки кріплення з більшою несучою здатністю.

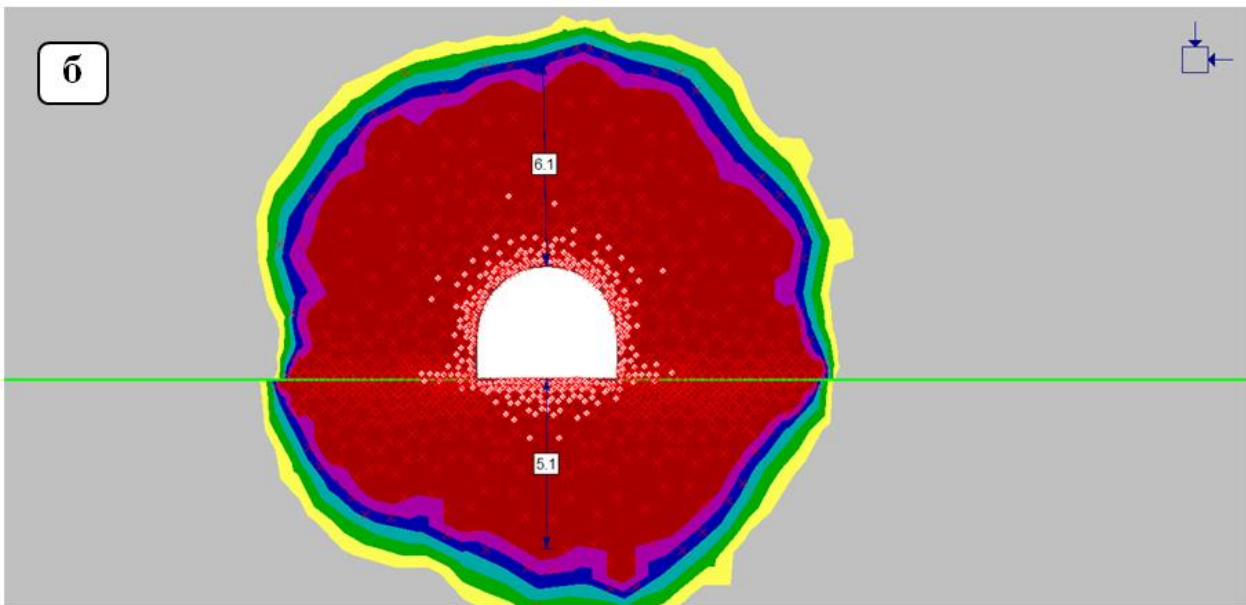
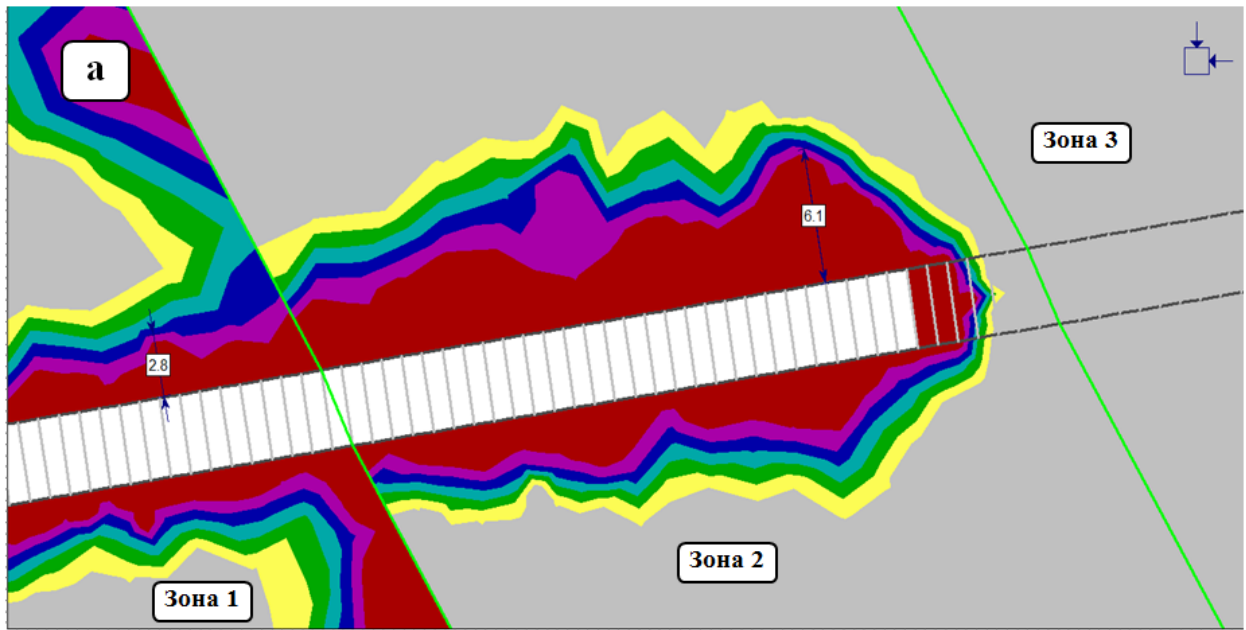


Рисунок 3.11. Поширення області зруйнованих порід при проходженні забою квершлягу зони оперяються тріщинуватості: а) поздовжній перетин вироблення; б) поперечний переріз вироблення

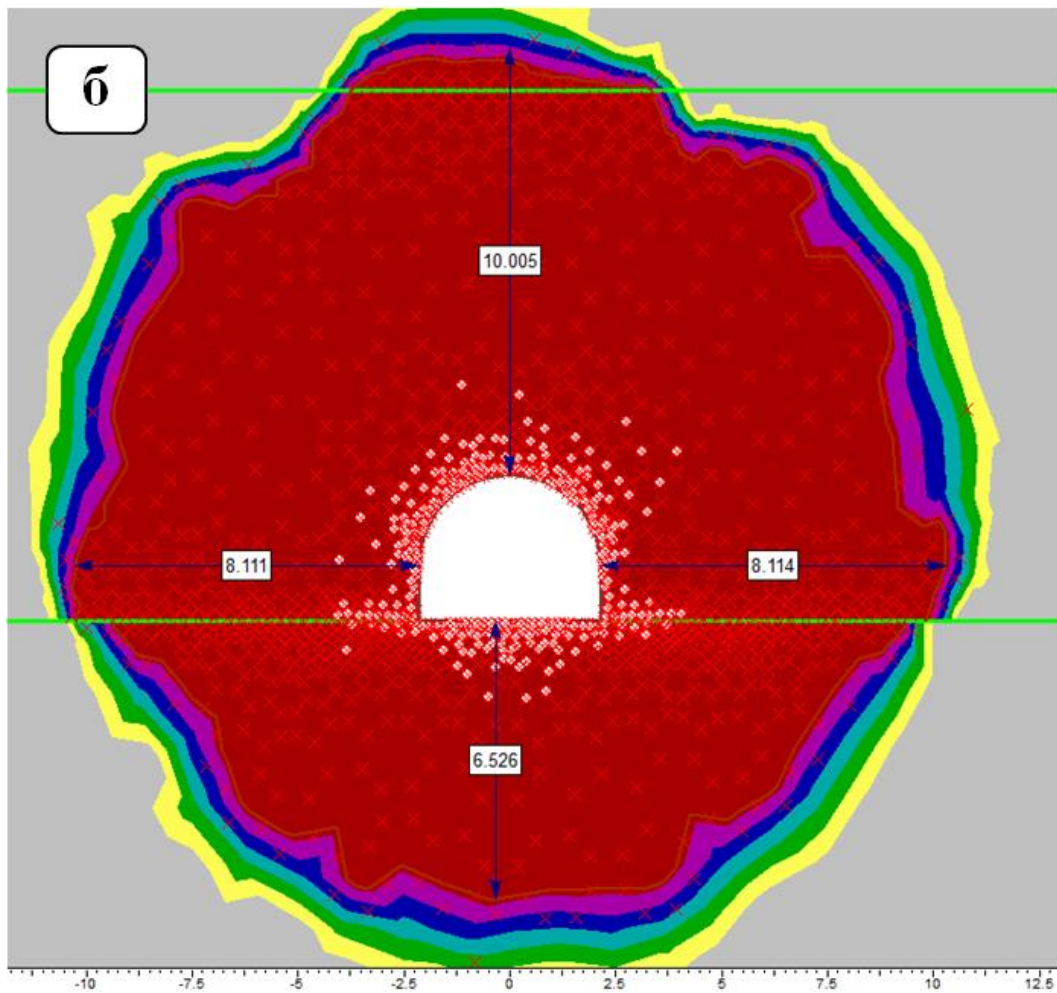
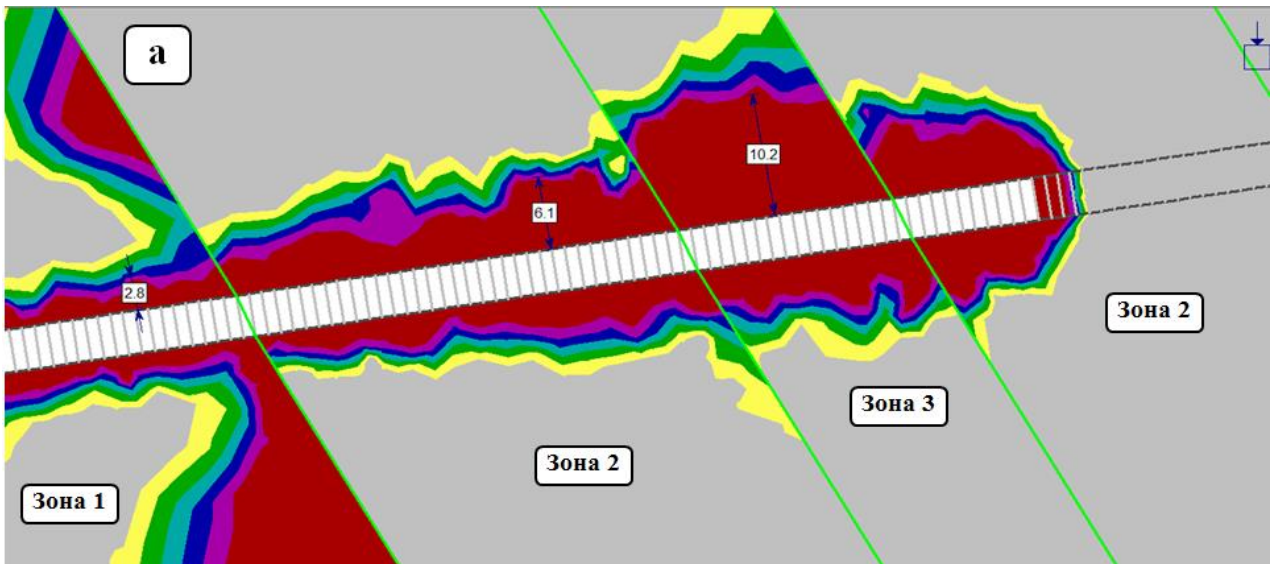


Рисунок 3.12. Поширення області зруйнованих порід при проходженні забою квершлягу безпосередньо зони скидання: а) поздовжній перетин вироблення; б) поперечний переріз вироблення

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Чисельне моделювання послідовного просування забою відкатувального квершлягу пласта С10в до зони впливу тектонічного порушення «Богдановський скидання» показало наступне.

2. До підходу до зони оперяються трещиноватости штрек сприймає тиск, типове для умов шахт Західного Донбасу, а саме: висота області непружних деформацій (руйнування) в покрівлі становить 3,0 м, що створює тиск на 1 погонний метр вироблення 330 кН / м (30 т / м). Такий тиск компенсується установкою кріплення КШПУ-11,7 з щільністю 1,25 рама / м. Максимальний згинальний момент в елементах кріплення в таких умовах не перевищує граничного значення.

3. При вході забою в зону тріщинуватості область руйнування в покрівлі виробки збільшується до 6,1 м, створюючи навантаження на кріплення 1-го погонного метра вироблення, рівну 678 кН / м (68 т / м). Таке навантаження може бути компенсована підвищенням щільності установки стандартної кріплення КШПУ і додатковим анкеруванням порід.

4. При вході забою безпосередньо в зону скидання область руйнування в покрівлі виробки збільшується до 10,2 м, створюючи навантаження на кріплення 1-го погонного метра, рівну 1 133 кН / м (113 т / м). Таке значне тиск порід вимагає установки кріплення з більшою несучою здатністю.

РОЗДІЛ ІВЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

4.1. Вихідні дані для визначення кошторисних параметрів

Відкочувальний штрек є магістральним і призначений для забезпечення транспортування матеріалів, обладнання та людей, а також вугілля і гірської маси, шахтної води і повітря при відпрацюванні горизонту 300 м пласта С10 шахти «Самарська». Особливістю виробки є наявність ділянок посилення кріплення, призначених для забезпечення їх стійкості в місці перетину Богданівського скиду. Ділянка посилення розташована на ПК 159+3...170, на якій, окрім основного комплекту рамного аркового кріплення типу КШПУ з кроком встановлення 2 рами/м і 9 анкерів в покрівлю, передбачається:

- ПК 159+3...170 – укладка під стійки виробки 4-х профілів СВП27 (по 2 на сторону) і укріплення стійок кутовими кронштейнами («чобітками»);
- ПК160+5...167+7 – установка анкерів в підшву з кроком 2 шт/п.м., а також закачування полімерних розчинів за допомогою ін'єкційних анкерів;
- ПК 163...167+7 – тампонаж закріпного простору за допомогою суміші «Текхард».

Під час проходки виробок у виробці розміщується рейковий шлях, трубопроводи вентиляції, стисненого повітря, пожежно-зрошувального ставу, а також облаштовується канавка.

4.2. Проектно-кошторисна документація проекту

Для визначення вартості будівництва виробок складені локальний кошторис на виробку, договірна ціна і відомість ресурсів до неї. Документи наведені у додатку.

Розрахунок параметрів економічного обґрунтування виконано за допомогою програмного комплексу «Будівельні технології - Кошторис 0510 □ Computer Logic □ Ltd.», версія 7.9.17.

Документація складена на підставі:

- Правил визначення вартості будівництва (ДСТУ Б Д.1.1-1: 2013);
- Ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи та монтажні роботи.

Таким чином, з огляду на відмінності обсягів робіт на ділянках посилення, загальні обсяги робіт представлені в табл.4.1.

Таблиця 4.1

Відмінності обсягів робіт на ділянках посилення

Обсяги і види робіт	Пікети ділянок					
	129+8 - 159+3* (295 м)	159+3 - 160+5 (12 м)	160+5 - 163 (25 м)	163 - 167+7 (47 м)	167+7 - 170 (23 м)	170 - 180 (100 м)
Вихід гірської маси	3864,5	157,2	327,5	615,7	301,3	1310
Маса рамного кріплення, т	167,88	6,83	14,23	26,75	13,09	56,91
Кількість анкерів покрівлі, шт	2655	108	225	423	207	900
Обсяг затяжки покрівлі/боків, м ³	70,8/ 73,75	2,88/ 3,0	6,0/ 6,25	11,28/ 11,75	5,52/ 5,75	24/ 25
Довжина рейкового шляху, трубопроводів, канавки, п.м.	295	12	25	47	23	100
Кількість анкерів в подошві, шт	-	24	50	94	-	-
Витрати матеріалів для посилення опори стійок, т	-	1,91	3,98	7,49	3,66	-
Кількість шпурів для ін'єктування, шт	-	-	150	282	-	-
Об'єм полімерного розчину, м ³	-	-	75	141	-	-
Кількість шпурів для тампонажу, шт	-	-	-	70,5	-	-
Обсяг тампонажного розчину, м ³	-	-	-	44,65	-	-

4.3. Розрахунок тривалості будівництва

Тривалість будівництва виробки визначається за формулою:

$$T_i = \frac{Q_i}{N \cdot n \cdot t \cdot n_{зб} \cdot \kappa_n \cdot \kappa};$$

де Q_i – кошторисна трудомісткість робіт;

N – кількість робочих днів на місяць;

n – кількість прохідницьких змін на добу;

t – тривалість зміни;

$n_{зб}$ – кількісний склад прохідників;

κ_n – коефіцієнт перевиконання норм виробітку;

κ – понижуючий коефіцієнт, який враховує долю трудомісткості непрохідницьких процесів, $\kappa = 1,5 \dots 1,6$.

Розрахунок тривалості виконується для кожного з ділянок окремо.

1. Монтаж ладнання для проходки (підготовчий період):

$$T^{конв} = \frac{1254,4}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,2 \text{ міс};$$

2. Ділянка 129+8 - 159+3:

$$T_{129+8..159+3}^{відкоч} = \frac{16508,5}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 2,57 \text{ міс};$$

3. Ділянка 159+3 - 160+5:

$$T_{159+8..160+5} = \frac{749,6}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,12 \text{ міс};$$

4. Ділянка 160+5 - 163:

$$T_{160+5..163} = \frac{1864,9}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,29 \text{ міс};$$

5. Ділянка 163 – 167+7:

$$T_{163..167+7} = \frac{4804,1}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,75 \text{ міс};$$

6. Ділянка 167+7 - 170:

$$T_{167+7...170} = \frac{1399,7}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,22 \text{ міс};$$

7. Ділянка 170 - 180:

$$T_{170...180} = \frac{5596,1}{30,41 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,6} = 0,87 \text{ міс.}$$

Таким чином, сумарна тривалість проходки виробок комплексу складе:

$$T = 0,2 + 2,57 + 0,12 + 0,29 + 0,75 + 0,22 + 0,87 = 5,02 \text{ міс.}$$

Швидкість проходки в середньому становитиме 100,00 м/міс. або 3,29 м/доб.

4.4. Розрахунок можливого економічного ефекту

Наявність Богданівського скидання, яке перетинається виробкою, вимагає виконання додаткових заходів, спрямованих на підвищення їх стійкості. При цьому, вартість таких заходів повинна бути нижче, ніж ремонт виробки або будівництво нової.

Прогноз кількості та обсягів ремонтних робіт є складним завданням. Крім того, з огляду на важливість виробки і її функціональне призначення (обслуговування великої ділянки шахтного поля) експлуатація виробки повинна бути довготривалою і безремонтною настільки, наскільки це можливо. Тому основним критерієм визначення економічної ефективності є різниця вартості будівництва нової виробки і вартості додаткових заходів, спрямованих на посилення несучої здатності кріплення і стійкості всієї виробки в цілому.

Вартість будівництва 1-го погонного метра за прямими витратами визначається по локальним кошторисом на ділянках 129+8...159+3 і ПК170...180. Наведені в таблиці 4.2. дані дозволяють оцінити величину економічного ефекту на підставі вартості 1 погонного метра виробки на кожній з ділянок і сумарних перевищень витрат на спеціальних ділянках в порівнянні з ділянкою без усклад-

нених умов Богданівського скиду.

Таблиця 4.2

Економічний ефекту на підставі вартості 1 погонного метра виробки

Вартісні параметри	Вартість по пікетах, грн.				
	129+8 - 159+3* (295 м)	159+3 - 160+5 (12 м)	160+5 - 163 (25 м)	163 - 167+7 (47 м)	167+7 - 170 (23 м)
Прямі витрати на проходку 1 п.м.	19 608	22 258	24 379	30 175	21 759
Перевищення вартості 1 п.м. на спе- цділянці у порівнянні з ділянкою по- за Богданівським скиданням	0	2 650	4 771	10 567	2 151
Економічний ефект, розрахований як різниця між вартістю нової виробки і додатковими витратами на ділянці Богданівського скидання	0	19 608	14 837	9 041	17 457
Сумарний ефект на ділянці	0	235 296	370 925	424 927	401 511
Загальний економічний ефект		1 432 659			

* - контрольна ділянка для порівняння

4.5. Основні техніко-економічні показники

Таблиця 4.3

Сумарні техніко-економічні показники

№ п\п	Показники	Од. вим.	Кількість
1.	Прямі витрати	тис. грн.	10 505
2.	Заробітна плата	тис. грн.	3 347
3.	Трудомісткість	тис.люд-год.	32,18
4.	Всього прямі витрати і загальновиробничі витрати	тис. грн.	11 726
5.	Кошторисний прибуток	тис. грн.	332,0
6.	Договірна ціна	тис. грн.	14 660
7.	Тривалість будівництва	міс.	5,0
8.	Економічний ефект	тис. грн.	1 433
9.	Середня вартість будівництва 1 п.м.	грн.	29 203
10.	Середня вартість будівництва 1 п.м. за прямими витратами	грн.	20 926
11.	Середня швидкість проходки за кошторис- ним розрахунком	м/міс.	100

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Заходи щодо безпечного перетину порушеної зони Богданівського скиду повинні початися на відстані 51 м до точки зустрічі виробки зі дзеркалом ковзання, яка визначається маркшейдерською службою шахти.

2. Калібрування комп'ютерної моделі по зафіксованим зсувів реперів і елементів конструкції кріплення, а також прогноз цих параметрів при посуванні вибою виробки показують їх стабілізацію в зафіксованому діапазоні. Це означає, що геомеханічного впливу зони скиду не очікується. Не очікується також зміни параметрів проникності масиву і водопроявів.

3. Результати обстеження свідчать, що встановлені нормативними документами вимоги щодо проведення та технічного стану виробки по газовому фактору і як підземної споруди з анкерним кріпленням дотримані, а стан кріплення дозволяє експлуатацію і подальше проведення даної гірничої виробки відповідно до розробленого Паспорту.

4. За результатами натурних вимірювань, в межах вимірювальних станцій, на всьому проміжку виробки зміни геомеханічного стану у виробці вимірами не зафіксовано.

5. Завдяки рішенню своєчасному нагнітання смоли вдалося скріпити породний масив і зупинити процес значного збільшення конвергенції.

6. На момент завершення спостережень конвергенція в зоні Богданівської скиду є фоновією.

7. Чисельне моделювання послідовного просування забою відкатувального квершлага пласта C_{10}^B до зони впливу тектонічного порушення «Богданівський скидання» показало наступне.

7.1. До підходу до зони оперяються тріщинуватості штрек сприймає тиск, типове для умов шахт Західного Донбасу, а саме: висота області непружних деформацій (руйнування) в покрівлі становить 3,0 м, що створює тиск на 1 погонний метр вироблення 330 кН / м (30 т / м). Такий тиск компенсується установкою кріплення КШПУ-11,7 з щільністю 1,25 рама / м. Максимальний зги-

нальний момент в елементах кріплення в таких умовах не перевищує граничного значення.

7.2. При вході забою в зону тріщинуватості область руйнування в покрівлі виробки збільшується до 6,1 м, створюючи навантаження на кріплення 1-го погонного метра вироблення, рівну 678 кН / м (68 т / м). Таке навантаження може бути компенсована підвищенням щільності установки стандартної кріплення КШПУ і додатковим анкерування порід.

7.3. При вході забою безпосередньо в зону скидання область руйнування в покрівлі виробки збільшується до 10,2 м, створюючи навантаження на кріплення 1-го погонного метра, рівну 1 133 кН / м (113 т / м). Таке значне тиск порід вимагає установки кріплення з більшою несучою здатністю.

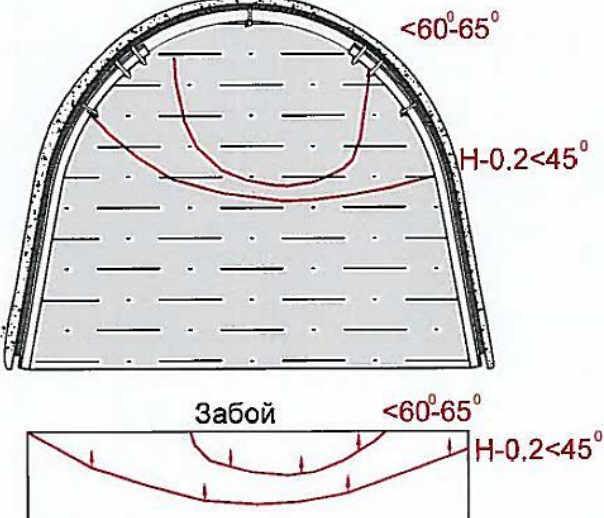





ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

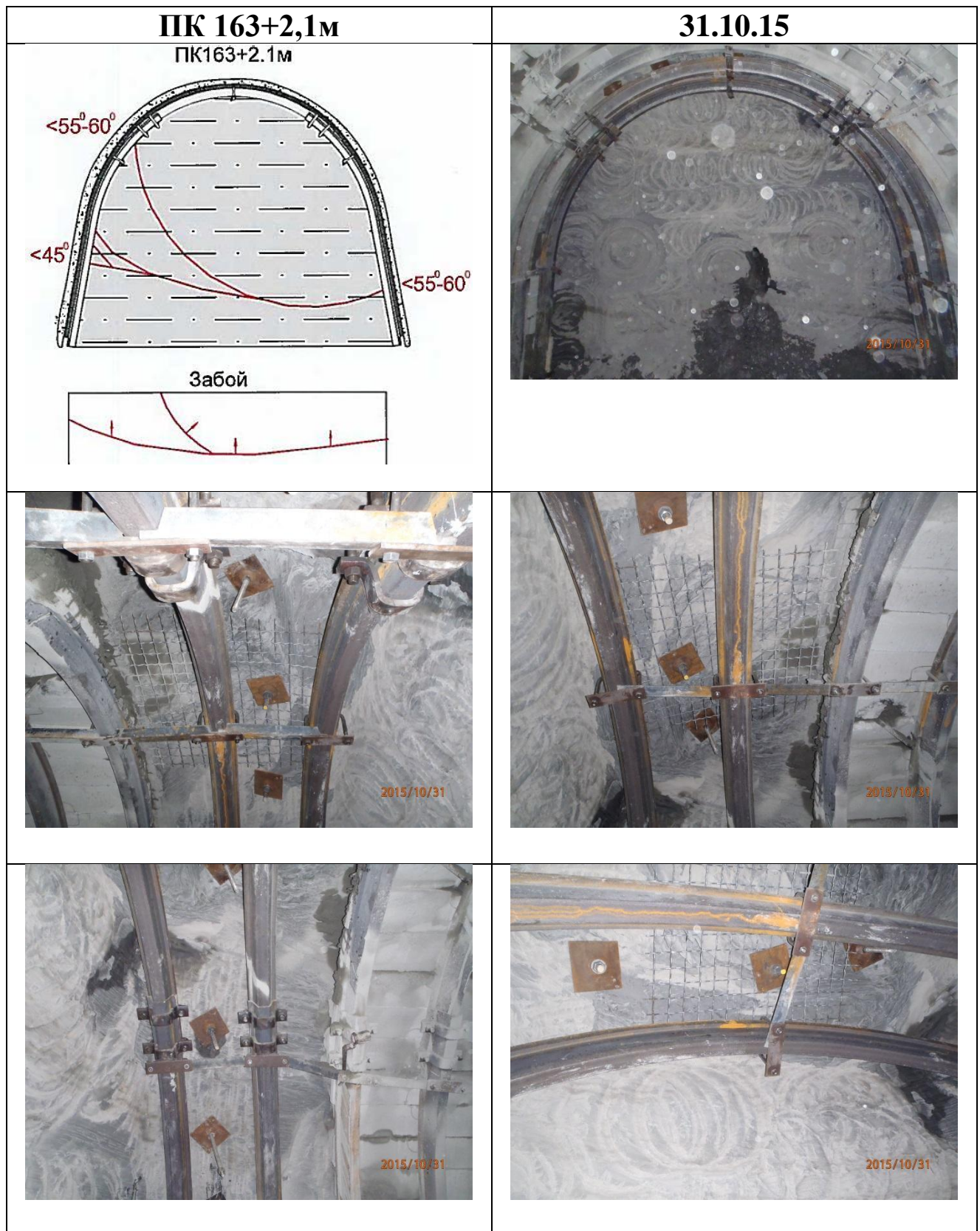
1. Система забезпечення надійного та безпечного функціонування гірничих виробок із анкерним кріпленням. Загальні технічні вимоги: СОУ 10.1.05411357.010:2014
2. Виноградов В.В. Применение конструкций анкерной крепи как технологического способа снижения метанообильности горных выработок / В.В. Виноградов, А.П. Круковский, В.В. Круковская // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: Зб. наук. праць. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2007. – Вип. 11. – С. 30-37.
3. Круковская В.В. Исследование водопритока в горные выработки с анкерной крепью / В.В. Круковская, А.П. Круковский, Ю.А.Виноградов // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – № 120. – С. 182-193.
4. Булат А.Ф. Опорно-анкерное крепление горных выработок угольных шахт / А.Ф. Булат, В.В. Виноградов. – Днепропетровск, 2002. – 372 с.
5. Ноек Е. Practical Rock Engineering, 2000 Edition (Электрон. Ресурс) / Способ доступа <http://www.roscience.com/hoek/Practical Rock Engineering>. – Загол. с экрана.
6. Підготовчі виробки на пологих пластах. Вибір кріплення, способів і засобів охорони: СОУ 10.1.00185790.011:2007. – К.: Мінвуглепром України, 2007. – 116 с. (Галузевий стандарт України).
7. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу: ДБН В.2.6-163:2010.– К.: Мінрегіон України, 2010. – 296 с. (Державні будівельні норми).

ДОДАТКИ

**Додаток А. Зіставлення результати моніторингу вибою виробки геологічної служби шахти і експертно-аналітичної моніторингової групи
НТУ «ДП»**

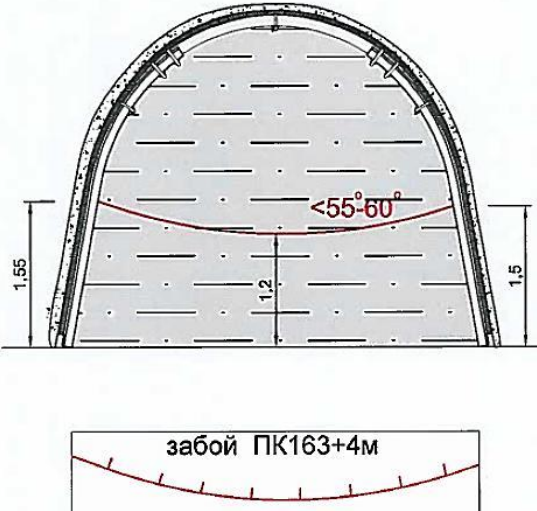





ПК 163

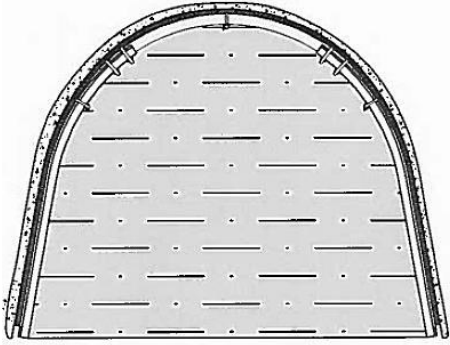
ПК 163+1,5м	30.10.15
<p>ПК163+1.5м</p>  <p>Забой</p>	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів, у верхній частині з великою кількістю піщаного матеріалу. Забій перетинають дві дугоподібні тріщини закритого типу, що супроводжуються "дзеркалами ковзання".</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Чегронец Т.В</p>	

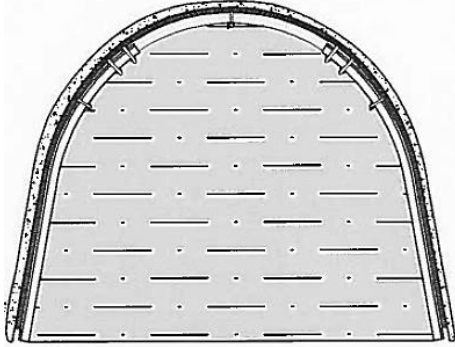


Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів, в нижній частині шаруватий зв'язок слабка.

Документував геолог Храмова В.В

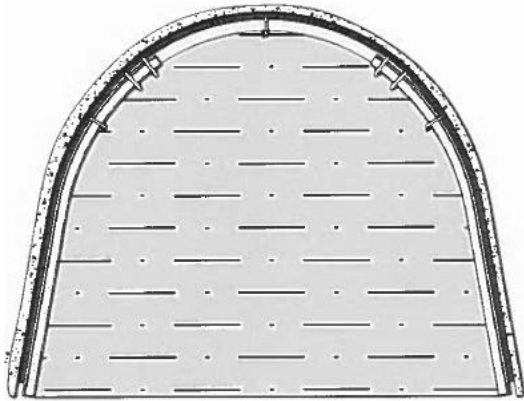
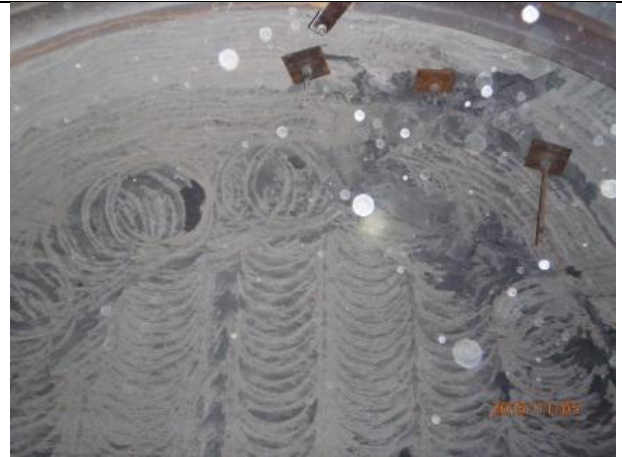
ПК 163+4м	01.11.15
<p style="text-align: center;">ПК163+4м</p> 	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає дугоподібна тріщина закритого типу, що супроводжується "дзеркалом ковзання".</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Осока Н.А.</p>	

ПК 163+6м	02.11.15
<p>ПК163+6м</p> 	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору, горизонтально шаруватий з тонкими прошарками світло сірого піщаник, масив монолітний, заколи і тріщини не спостерігаються.</p> <p>Документував геолог КравченкоА.І.</p>	

ПК 163+8,5м ПК163+8.5м	03.11.15
	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	

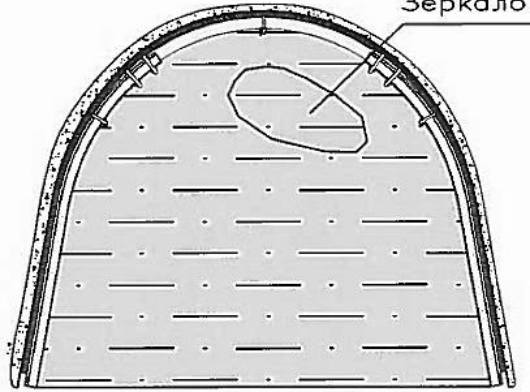





ПК 164**ПК 164**

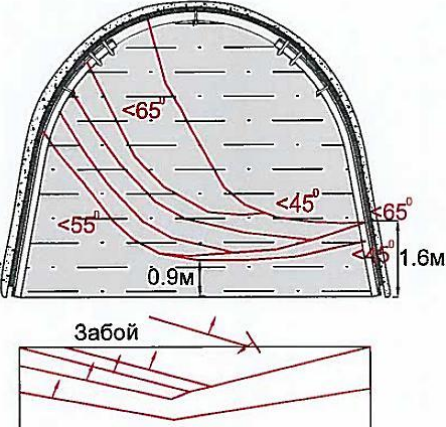





ПК164

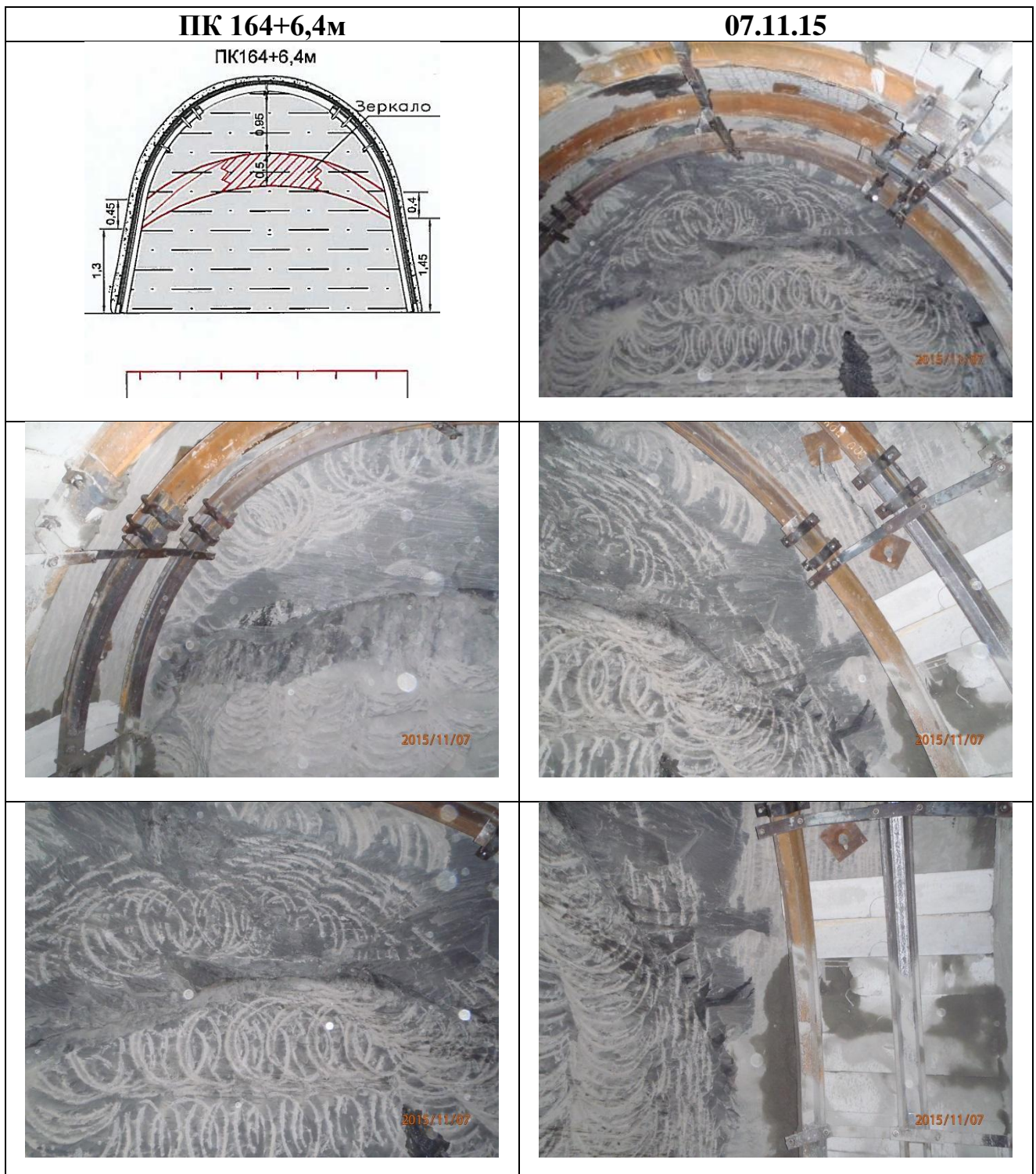
**04.11.15**

Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів.

Документував геолог Чегронец Т.В.

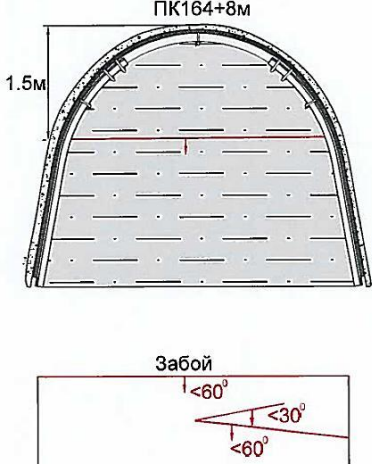





ПК 164+1м	05.11.15
	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованої шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів.</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Чегринец Т.В.</p>	
<p>По забою ПК164+1м дзеркало ковзання (зміна кліважу) і поруч з ним 3 тріщини див. Фото. За словами гірничого майстра: це 4 дзеркало ковзання приблизно на ділянці 20м від забою (з ПК 162). Забір зі свердловини за допомогою антени приладом $CH_4 > 6\%$.</p> <p style="text-align: right;">Документував с.н.с. Кравченко К.В.</p>	

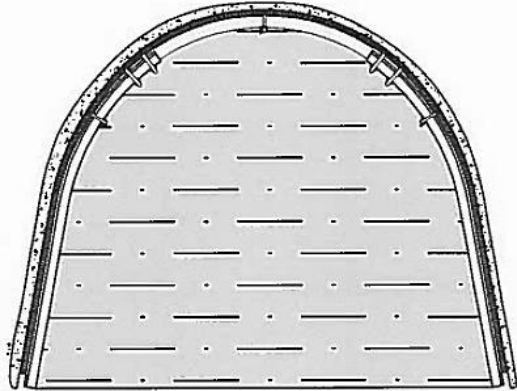
ПК 164+4м	06.11.15
<p>ПК164+4м</p>  <p>Забой</p>	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає ряд (8шт) тріщин різної орієнтації, тріщини закритого типу з "дзеркалами ковзання".</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	



Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає дугоподібна тріщина закритого типу, що супроводжується "дзеркалом ковзання".

Документував геолог Осока Н.А.

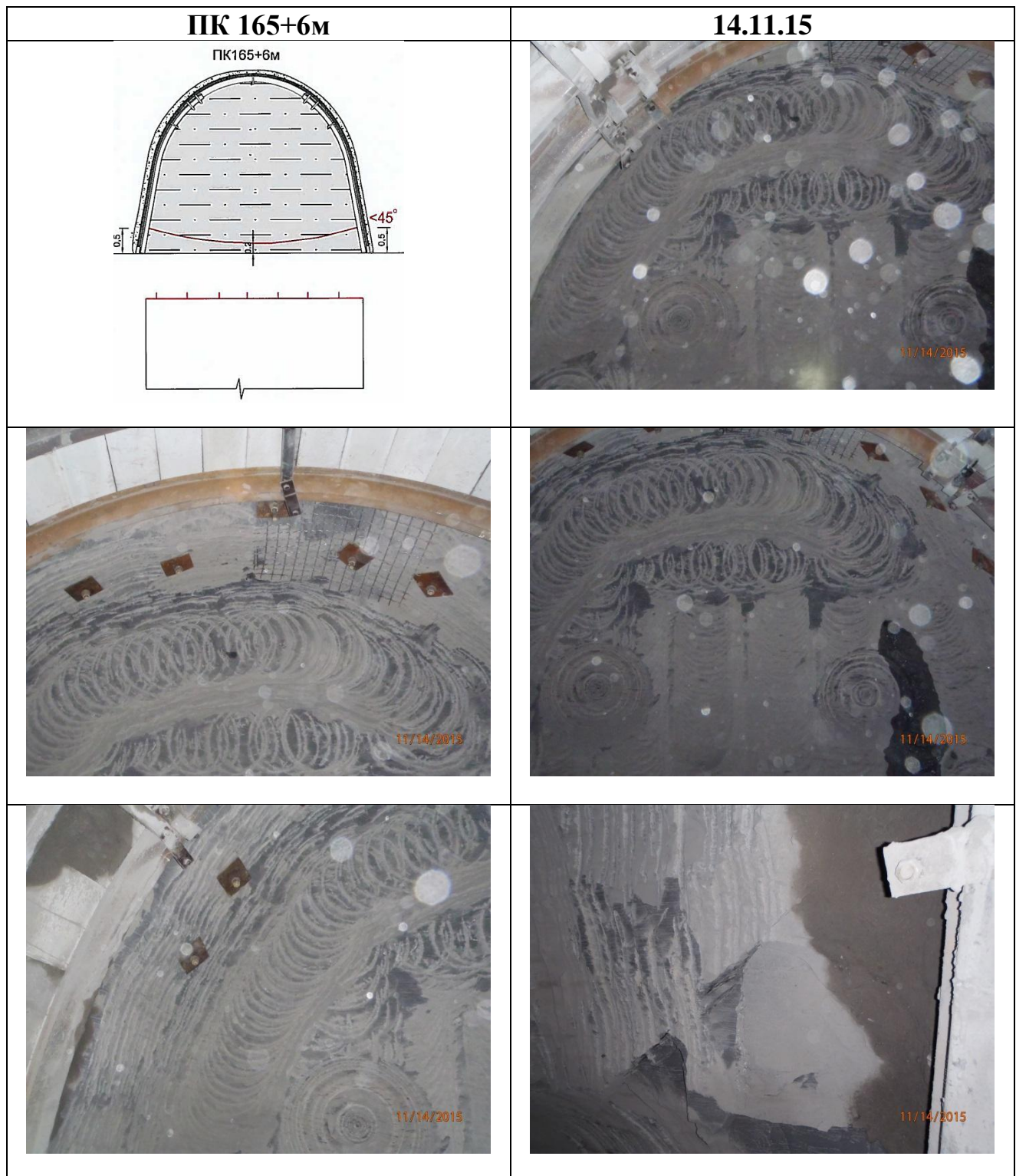
ПК 164+8м	08.11.15
	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору, горизонтально шаруватим з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика світло сірого кольору. У забої 2 тріщини з "дзеркалами ковзання" (одна із забою, друга в покрівлі виробки, по ній спостерігається зсув).</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Кравченко А.І.</p>	

ПК 165**ПК 165+1м**
ПК165+1м**10.11.15**

Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів.

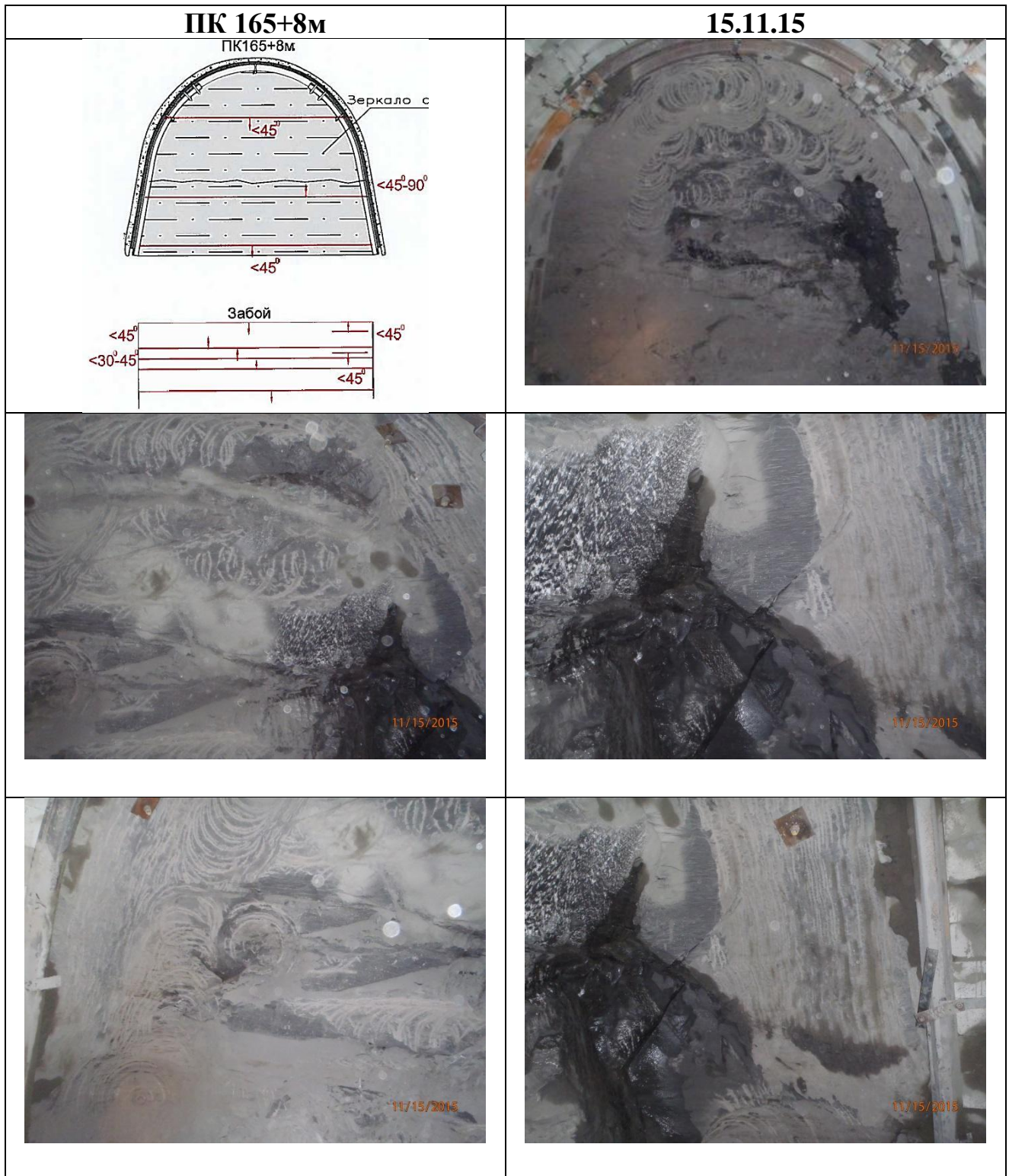
Документував геолог Чегронец Т.В.

ПК 165+4М	13.11.15
<p data-bbox="454 197 590 224">ПК165+4М</p> 	
	
	
<p data-bbox="183 1747 1484 1960">Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає дугоподібна тріщина з кутом падіння 45 град., Тріщина з "дзеркала-ми ковзання". Водопроявів немає. Щодо вироблення,, розташування тріщини перпендикулярно напрямку вироблення.</p> <p data-bbox="901 1960 1484 2004" style="text-align: right;">Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	



Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає дугоподібна тріщина закритого типу

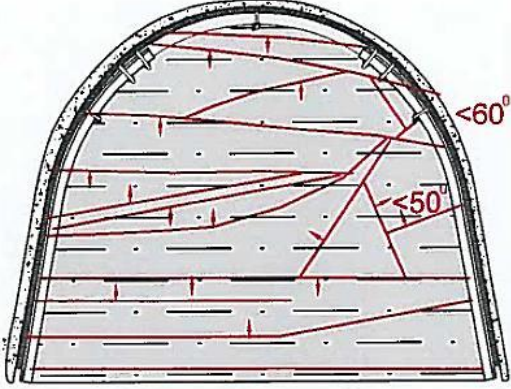





Документував геолог Осока Н.А.

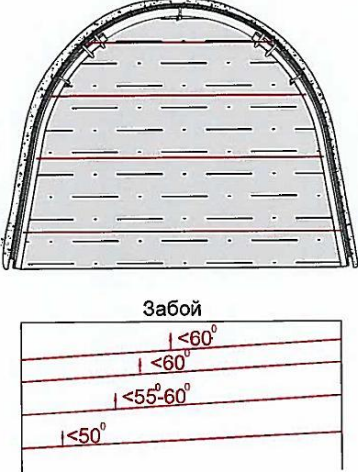







Забій представлений алевролітом сірого кольору, горизонтально шаруватістю з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. За забою спостерігаються тріщини з "дзеркалами ковзання", з падінням як в сторону забою, так і від забою.

Документував геолог Кравченко А.І.

ПК 166

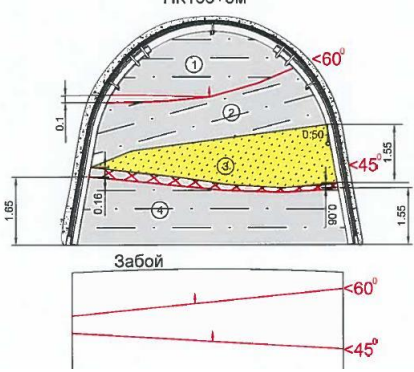




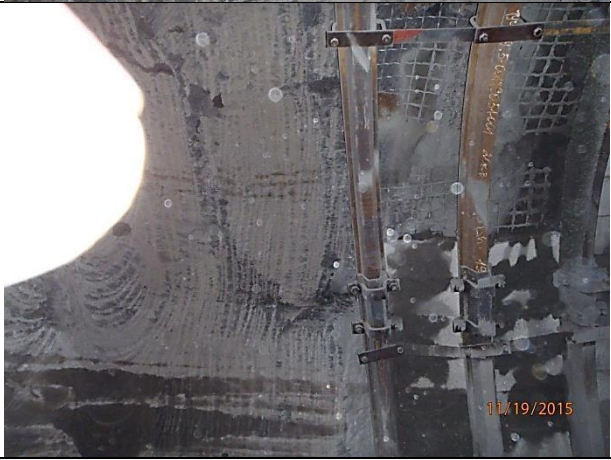
ПК 166м ПК166	16.11.15
	
	
	
<p>Забій представлений алевролітом сірого кольору з хвилястою косою односпрямованою шаруватістю, шаруватість за рахунок лінзоподібних шарів піщаного матеріалу, перешаровуються з глинистим матеріалом, пошарове зчеплення слабе. Забій перетинають безліч різноорієнтованих тріщин (до 16шт) супроводжуються "дзеркалами ковзання". Всі тріщини закритого типу.</p> <p style="text-align: right;">Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	

ПК 166+2,6	17.11.15
<p>ПК166+2.6м</p>  <p>Забой</p> <p>$i < 60^\circ$</p> <p>$i < 60^\circ$</p> <p>$i < 55-60^\circ$</p> <p>$i < 50^\circ$</p>	
	
	

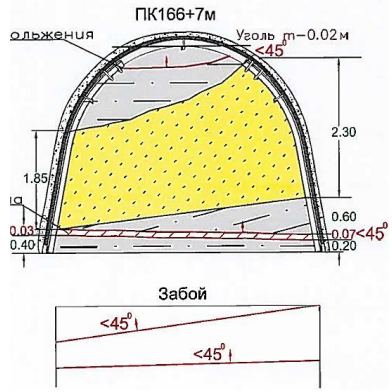
Забій представлений алевролітом сірого кольору з горизонтальною шаруватістю з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. За забою спостерігаються тріщини з дзеркалами ковзання (зі зміщенням) з падінням в сторону забою.

Документував геолог Кравченко А.І.

ПК 166+3,5м	18.11.15
<p data-bbox="446 197 558 224">ПК166+3.5м</p> 	
	
	
<p data-bbox="183 1747 1484 1915">Забій представлений алевролітом сірого кольору з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок прошарками піщаного і глинистого матеріалів. Забій перетинає 6 тріщин зі зміщенням, всі тріщини супроводжуються "дзеркалами ковзання", з великою кількістю каоліну. Зв'язок по тріщинах відсутня.</p> <p data-bbox="901 1915 1484 1960" style="text-align: right;">Документував геолог Чегрениц Т.В.</p>	

ПК 166+5м	19.11.15
	
	
	
<p>1.Алевроліт горизонтально-шаруватий з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. 2.Алевроліт сірого кольору з косою односпрямованої шаруватістю за рахунок прошарків піщаного і глинистого матеріалів. 3.Песчаник світло-сірий, кварцовий, дрібнозернистий, вологий, контакт чіткий, міцний. 4.Алевроліт сірий з тонкої шаруватістю за рахунок шарування піщаного і глинистого матеріалу. У забойі спостерігається 2 тектонічних порушення типу "скидання". Перше порушення представлено тріщиною, що супроводжується "дзеркалами" ковзання зі слідами ковзання у вигляді борозен. Друге представлено зоною дроблення (від 0.6-0.16м), також супроводжує дзеркал ковзання. Зона дроблення представлена щільним перем'ятим глинистим матеріалом документувати геолог Храмкова В.В.</p>	

ПК 166+7м

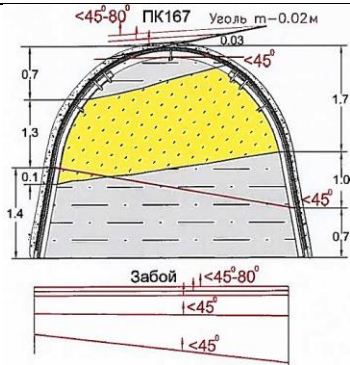


20.11.15



ПК 167

ПК 167

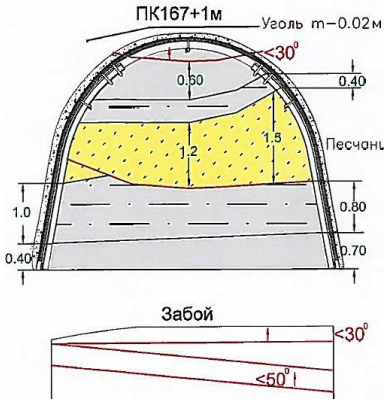



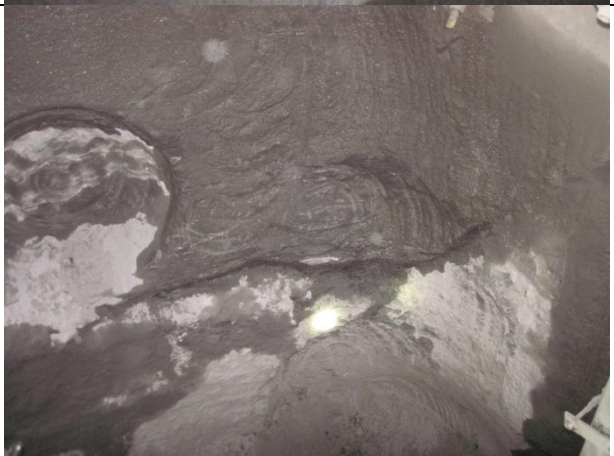


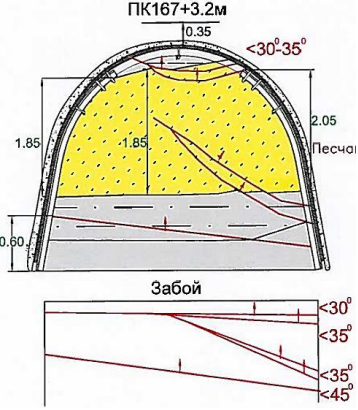



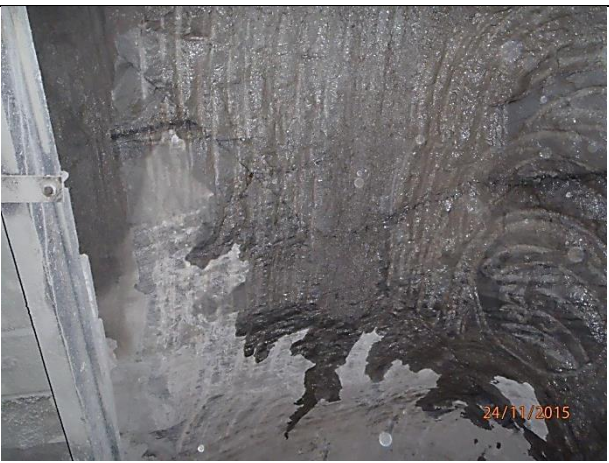

22.11.15

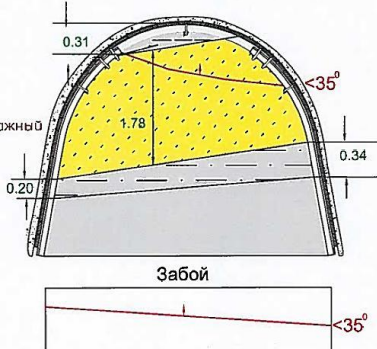
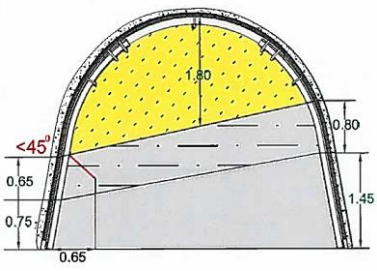


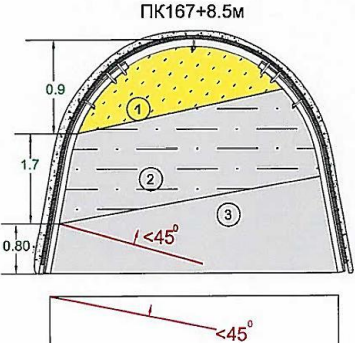





При бурінні шпурів у покрівлі виробки на расст. 4.2 м був зустрінутий вугілля $m = 0.3$ м. Алевроліт - сірий, горизонтальнослоїстий з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. Пісковик світло-сірий, кварцовий, дрібнозернистий міцний (особливо під лівим бортом $f = 8-10$). Алевроліт - сірий, горизонтальнослоїстий з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. Вище верхняка аргиліт і вугільний пропласток $m = 0.02$ м. За забоєм спостерігаються тріщини з "дзеркалами ковзання" з падінням в сторону забою.

Документував геолог Кравченко А.І.

ПК 167+1м	23.11.15
	
	
	
<p>Забій перетинають дві тріщини. Нижня з зоною дроблення (шириною 0.03-0.06м), заповнена перем'ятих матеріалом, з "дзеркалом ковзання". Верхня тріщина закрита, супроводжується "дзеркалом ковзання".</p> <p>Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	

ПК 167+3,2м	24.11.15
	
	
	
<p data-bbox="188 1709 1461 1794">Забій перетинають 5 тріщин, що супроводжуються "дзеркалами ковзаня", тріщини закриті.</p> <p data-bbox="903 1794 1481 1832">Документував геолог Чегронец Т.В.</p>	

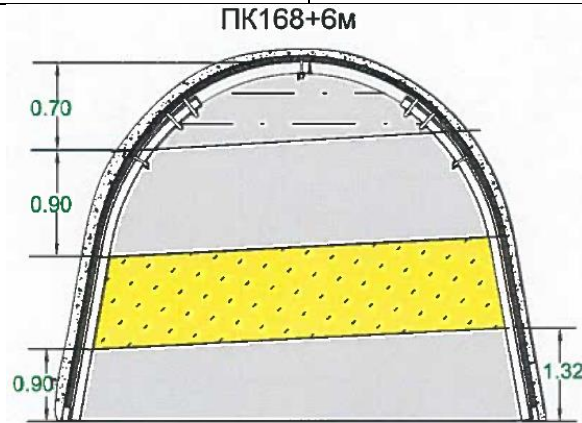
ПК 167+5м	25.11.15
<p style="text-align: center;">ПК167+5м</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алевроліт горизонтально-шаруватий з тонкими прошарками дрібнозернистого пісковика. 2. Песчанік світло-сірий, кварцовий, дрібнозернистий, вологий, контакт чіткий, міцний. 3. Алевроліт сірий з тонкої шаруватістю за рахунок прошарків піщаного і глинистого матеріалу. 4. Аргіліт горизонтально-шаруватий, за рахунок перешарування шарів з різною інтенсивністю забарвлення з включеннями нирок гліносідеріта. <p>У забої спостерігається 1 тріщина закритого тала.</p> <p>документував геолог</p> <p style="text-align: right;">Храмкова В.В.</p>
<p style="text-align: center;">ПК 167+5м</p> <p style="text-align: center;">ПК167+7м</p> 	<p>Лівий борт і забій перетинає тріщина закритого типу з "дзеркалом ковзання".</p> <p>Пісковик світло сірий, кварцовий, дрібнозернистий, з пологої хвилястою шаруватістю за рахунок шарів глинистого і углистого матеріалів, на известково-гліністом цементі, вологий.</p> <p>Алевроліт сірий, з косою односпрямованою хвилястою шаруватістю за рахунок шарування піщаного і глинистого матеріалів, контакт з вміщують породами неясний, $f = 2-3$.</p> <p>Аргіліт темно сірий, з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок чергування шарів з різною інтенсивністю фарбування, з лінзоподібними і ниркоподібним включеннями гліносідеріта, $f = 1-2$м.</p> <p>документував геолог</p> <p style="text-align: right;">Чегронец Т.В.</p>

ПК 167+8,5м	27.11.15
	
	
	
<p>Лівий борт і забій перетинає тріщина закритого типу з "дзеркалом ковзання". 1. Пісковик світло сірий, кварцовий, дрібнозернистий, з пологої хвилястою шаруватістю за рахунок шарів глинистого і углистого матеріалів, на вапняно-глинистому цементі, вологий. 2. Алевроліт сірий, з косою односпрямованою хвилястою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів, контакт з вмещають породами неясний, $f = 2-3$. 3. Аргіліт темно сірий, з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок чергування шарів з різною інтенсивністю фарбування лінзоподібними і ниркоподібним включеннями гліносідерита $f = 1-2$м. При бурінні шпурі в кр. виробки на расст.1.2м був зустрінутий вугілля $t-0.02$ і на відстані 5.4м - Кут $t-0.40$м.</p> <p>Документував геолог Кравченко А.І</p>	

ПК 168

ПК 168+6м

01.12.15

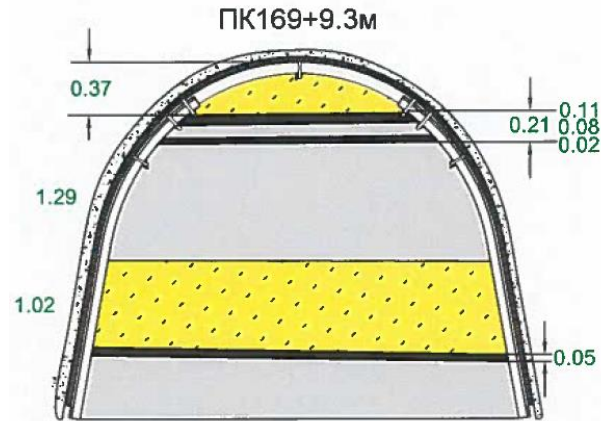


1. Алевроліт сірий, з косою односпрямованою хвилястою шаруватістю за рахунок перешарування піщаного і глинистого матеріалів, контакт з вмiщають породами неясний, $f = 2-3$.
 2. Аргілл темно сірий, з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок чергування шарів з різною інтенсивністю фарбування, з лінзоподібними і ниркоподібним включеннями гліносідерита $f = 1-2$.
 3. Пісковик світло сірий, кварцовий, дрібнозернистий, з пологою хвилястою шаруватістю за рахунок шарів глинистого і углистого матеріалів, на вапняно-глинистому цементі, вологий.
- Аргіліт темно сірий, з косою односпрямованою шаруватістю за рахунок чергування шарів з різною інтенсивністю фарбування, з лінзоподібними і ниркоподібним включеннями гліносідерита $f = 1-2$ м.

Документував геолог Чегренец Т.В.

ПК 168+6м

08.12.15



Пісковик-світло-сірий, кварцовий, дрібнозернистий, на вапняно-глиностом цементі, вологий $f = 5-8$

Вугільний пропласток складної будови, з прошарком аргіліту, вугілля дюрено-клареновий, з вміщують породами зв'язок по контакту слабка $f = 3-4$

Вугільний пропласток простого будови, вугілля дюрено-клареновий.с вміщують породами зв'язок по контакту слабка $f = 3-4$

Аргіліт - сірий, у верхній частині (0,2) грудкуватої текстури типу "кучерявчик", пухкий, нестійкий, нижче полого хвилясто-шаруватою $f = 1-2$

Пісковик-світло-сірий, трохи хвилята, за рахунок тонких шарів глинистого матеріалу, з включенням нирок глиносідеріта по нашаруванню.

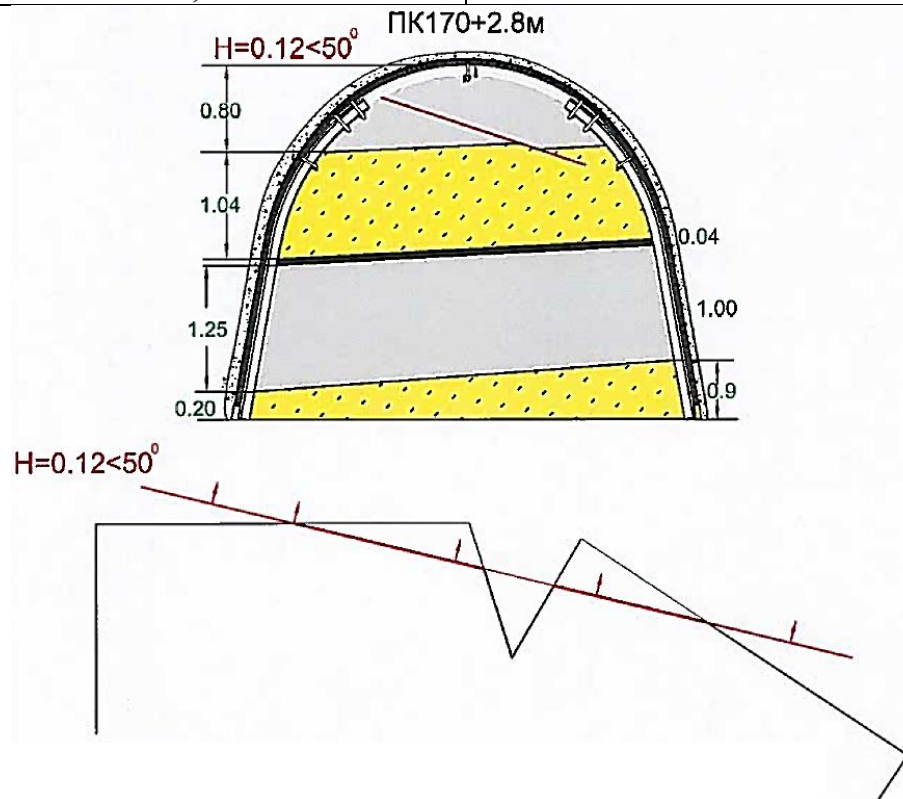
Забій перетинає три тектонічних порушень типу "скид". Перше порушення представлено тріщиною закритого типу з амплітудою 0,12м, кут падіння 50° , друге представлено тріщиною закритого типу з амплітудою 0,04м, кут падіння 80° , третя тріщина з амплітудою 0,04м, кут падіння 75° . Трещіни закриті, супроводжуються "дзеркалами" ковзання.

Документував геолог Храмкова В.В.

ПК 170

ПК 170+2,8м

14.12.15



1. Аргіліт-сірий, горизонтально-шаруватий, за рахунок перешарування шарів з різною інтенсивністю фарбування $f = 2-3$
2. Пісковик-світло-сірий, кварцовий, дрібнозернистий, на вапняно-гліностом цементі, вологий $f = 5-8$
3. Вугільний пропласток простого будови, вугілля дюрено-клареновий, з вміщають породами зв'язок по контакту слабка $f = 3-4$
4. Аргіліт - сірий, у верхній частині (0,2) грудкуватої текстури типу "кучерявчик", пухкий, нестійкий, нижче полого хвилясто-шаруватою $f = 1-2$
5. Пісковик-світло-сірий, трохи хвилятою, за рахунок тонких шарів глинистого матеріалу, з включенням нирок гліносідерита по нашаруванню. Забій перетинає тектонічне порушення типу "скидання" з амплітудою 0.12м. Кут падіння 50° . Трещина закрита, супроводжується "дзеркалами" ковзання.

Документував геолог Чегринец Т.В.



Розрахунок граничної несучої здатності і конструктивних параметрів посиленою кріплення при перетині Богданівського скиду в складних гірничо-геологічних умовах

1. Аналіз напружено-деформованого стану кріплення КШПУ-М 11,7

Кріплення в квершлагу, який перетинає Богданівський скид, має дві конструкції. Перша конструкція має місце у виробці при підході до скиду і за ним. Вона ж планується до встановлення по всій трасі квершлагу. Крім цього типу КШПУ споруджується перетином $S_{св} = 11,5 \text{ м}^2$ з спецпрофіля СВП 27 з кроком 0,75 м. В межах скиду при значному погіршенні гірничо-геологічних умов планується встановлення двошарового кріплення із заповненням бетоном приконтурного простору. Зовнішня металева арка з профілю СВП 27 кроком 0,75 м має зовнішній перетин $14,1 \text{ м}^2$, внутрішня дорівнює - $11,5 \text{ м}^2$. Обидві арки пов'язані в єдину систему багат шарнірними зв'язками з подальшим заповненням простору між ними бетоном.

Мета розрахунків - встановлення граничних навантажень на обидва типи кріплення.

Геометричні характеристики перерізу виробки на основних ділянках наведені на рис. Б.1.

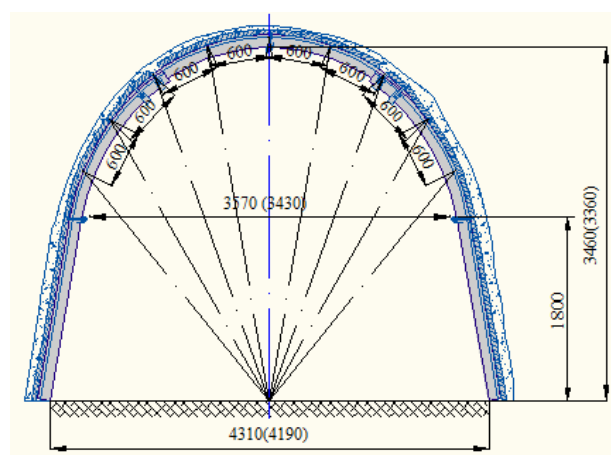


Рисунок Б.1. Геометричні характеристики перерізу виробки

Геометричні характеристики перерізу профілю СВП 27 наведені в табл. Б.1, загальний вигляд СВП 27 - на рис. Б.2.

Таблиця Б.1

Геометричні характеристики профілю СВП 27

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Ед. изм.
A	Площадь поперечного сечения	34.654	см²
$A_{v,y}$	Условная площадь среза вдоль оси U	15.809	см ²
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	5.235	см ²
\square	Угол наклона главных осей инерции	90	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	643.724	см ⁴
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	727.123	см ⁴
I_t	Момент инерции при свободном кручении	18.689	см ⁴
I_w	Секториальный момент инерции	173112.857	см ⁶
i_y	Радиус инерции относительно оси Y1	4.31	см
i_z	Радиус инерции относительно оси Z1	4.581	см
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	98.756	см³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	98.756	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	99.758	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	110.093	см ³
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	145.119	см ³
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	137.243	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	727.123	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	643.724	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	4.581	см
i_v	Минимальный радиус инерции	4.31	см
a_{u+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2.879	см
a_{u-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	3.177	см
a_{v+}	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2.85	см
a_{v-}	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	2.85	см
y_m	Координата центра масс по оси Y	1.508e-007	см
z_m	Координата центра масс по оси Z	1.008e-007	см
Y_b	Координата центра изгиба по оси Y	-8.381e-005	см
Z_b	Координата центра изгиба по оси Z	-9.198	см
P	Периметр	64.959	см
P_i	Внутренний периметр	0	см
P_e	Внешний периметр	64.959	см
I_1	Момент инерции относительно глобальной оси Y	643.724	см ⁴
I_2	Момент инерции относительно глобальной оси Z	727.074	см ⁴
I_{12}	Центробежный момент инерции относительно глобальных осей	2.274e-012	см ⁴
I_p	Полярный момент инерции	1370.798	см ⁴
i_p	Полярный радиус инерции	6.289	см
W_p	Полярный момент сопротивления	1620.249	см ³

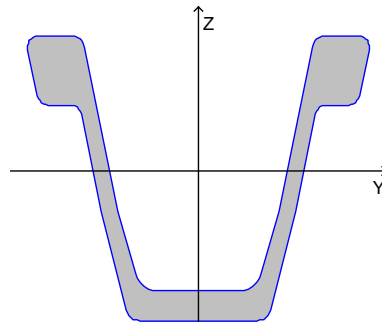


Рисунок Б.2. Загальний вигляд СВП 27 (габарити 0,147x0,123м).

Довжина кріплення по зовнішній межі $L = 9,23\text{м}$.

Матеріал конструкції - Ст5СП/ПС (по ГОСТ 18622-83; $R_y = 255-295\text{МПа}$ - межа плинності). Коефіцієнт умов роботи $\gamma_s = 0,7$.

Робочий опір кріплення ($P_{\text{роб}}$) - $270\text{кН/арку} = 27,523\text{т/арку}$ (погонна навантаження на конструкцію $28,8\text{кН/м} = 2,94\text{т/м}$).

Гранична несуча здатність кріплення ($P_{\text{гран}}$) - $589\text{кН/арку} = 60,04\text{т/арку}$ (погонна навантаження на конструкцію $62,82\text{кН/м} = 6,41\text{т/м}$).

Розрахункові схеми наведені на рис. Б.3.

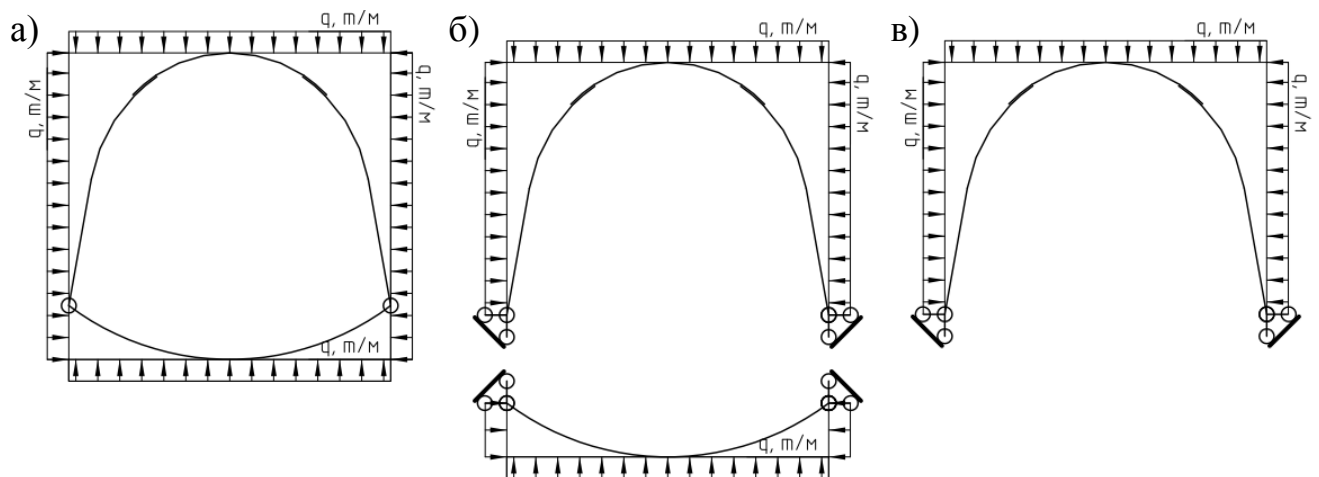


Рисунок Б.3. Розрахункові схеми кріплення: а) I етап; б) II етап; в) III етап

Аналіз напружено-деформованого стану кріплення виконано в розрахунковому комплексі «SCAD-office» по схемі III етапу, загальний вигляд схеми представлено на рис. Б.4.

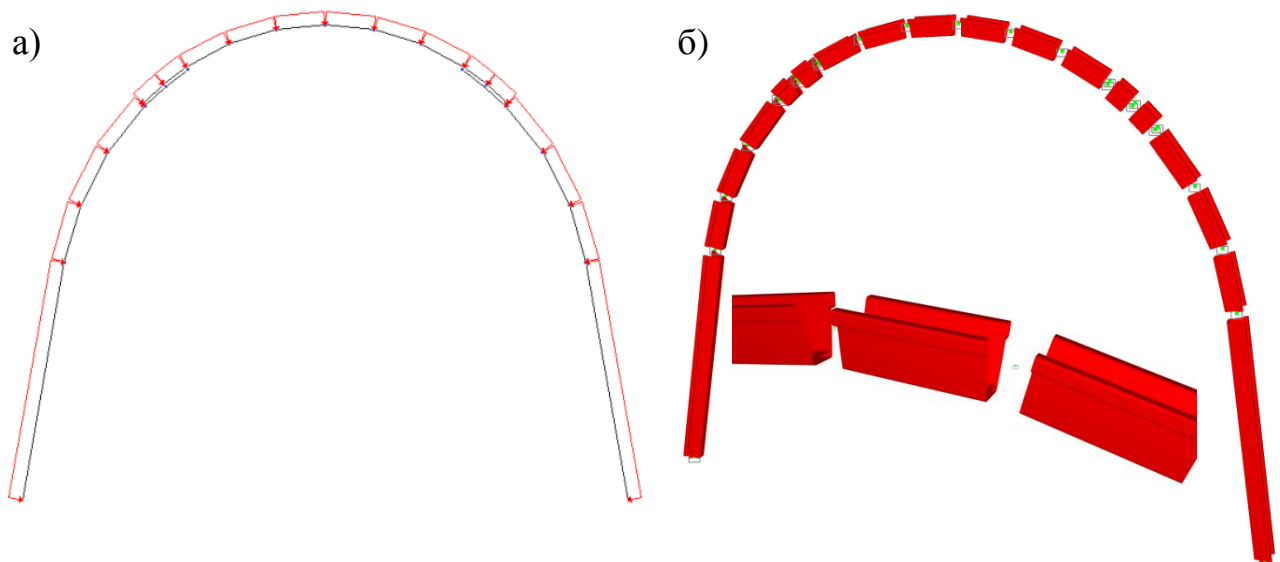


Рисунок Б.4. Загальний вигляд розрахункової схеми в «SCAD-office»: а) розрахункова схема; б) презентаційна графіка розрахункової схеми з фрагментом елементів СВП

Навантаження прикладалася, як рівномірно розподілені по всьому контуру кріплення (див. Рис. Б.4, а). В опорах прикладалася навантаження виду «Заданих переміщень» в діапазоні від 1 см до 30 см (див. Рис. Б.5). Величина переміщень 0,3 м прийнята за наявності в спучування в існуючій частині виробки.

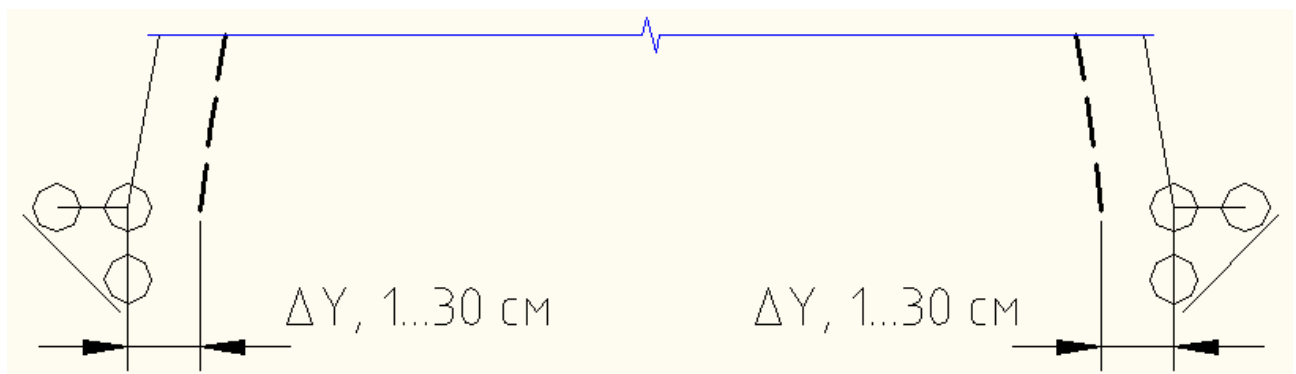


Рисунок Б.5. Навантаження виду «Заданих переміщень»

Податливість замку з'єднання аркового елемента і елемента стійки кріплення моделювався шляхом введення «супер-елементів №55» кінцевої жорсткості, які допускали пружну податливість в замках при зростанні повздовжніх сили до 200кН. Фрагмент розрахункової схеми замку кріплення наведено на рис. Б.6.

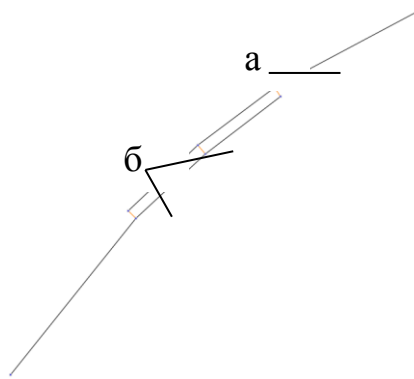


Рисунок Б.6. Фрагмент розрахункової схеми замку кріплення: а - КЕ моделює профіль СВП-27; б - «супер-елемент №55»

В результаті розрахунку отримані внутрішні зусилля: згинальний момент - M , поздовжня сила - N , поперечна сила - Q . Так само отримані переміщення вузлів і елементів розрахункової схеми. Епюри внутрішніх зусиль наведені на рис. Б.7, переміщення і деформації розрахункової схеми наведені на рис. Б. 8.

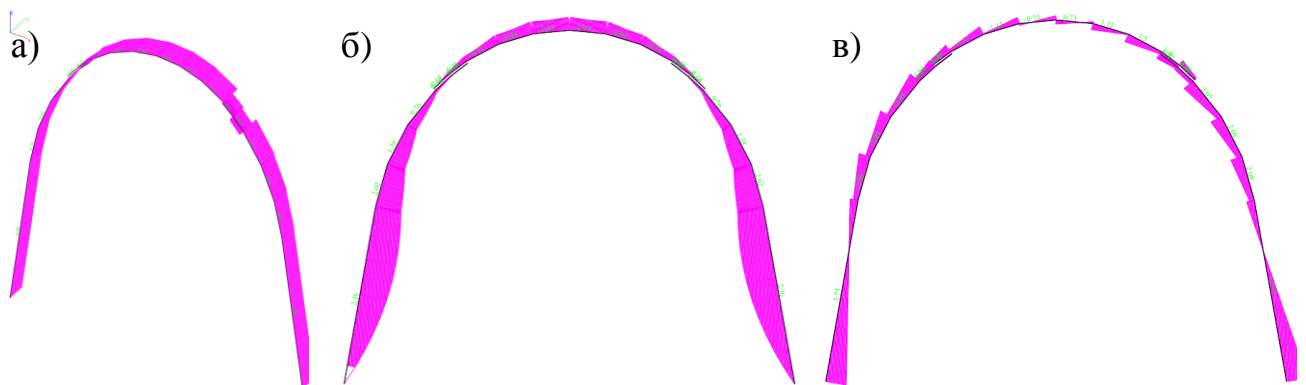


Рисунок Б.7. Епюри внутрішніх зусиль: а) згинаючий момент - M ; б) поздовжня сила - N ; в) поперечна сила - Q

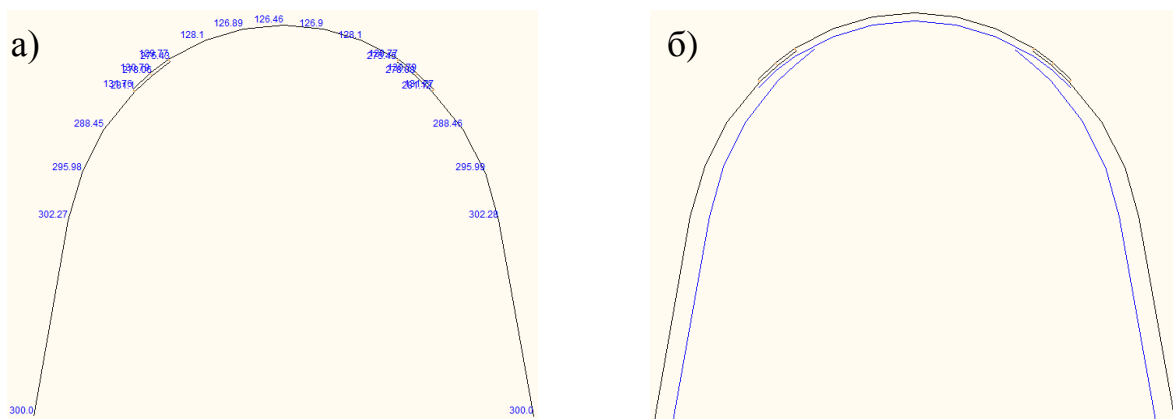


Рисунок Б. 8. Переміщення і деформації розрахункової схеми: а) переміщення вузлів схеми; б) початкова і деформована розрахункові схеми

Елементи кріплення схильні до дії осової стискаючої сили з вигином. Розрахунок на міцність стисло-зігнутого елемента, згідно вимог [3], п. 1.6.1.1, необхідно виконувати за наступною формулою:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn, \min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn, \min} R_y \gamma_c} \leq 1 \quad (\text{Б.1})$$

де: N , M_x і M_y – абсолютні значення відповідно поздовжньої сили і згинальних моментів при найбільш несприятливому комбінації розрахункових навантажень;

n , C_x , C_y - коефіцієнти, які приймаються відповідно до [3] додаток П, в залежності від форми поперечного перерізу і відносини площ полки і стінки;

$W_{xn, \min}$ - мінімальне з двох значень моментів опору поперечного перерізу елемента нетто щодо осі x-x, обчислених відповідно для розтягнутого та стисненого волокна;

$W_{yn, \min}$ - то ж, щодо осі y-y.

У площині дії сили кріплення має щільне прилягання до породному масиві по всьому контуру, тому втрата стійкості елементів кріплення виключена. Розрахунок на міцність кріплення набуде вигляду:

$$\frac{M_{\max}}{c_x W_{xn, \min}} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{Б.2})$$

де: R_y - розрахунковий опір при пружною роботі стали;

γ_c - коефіцієнт умов роботи кріплення.

Граничний згинальний момент, при якому відбудеться вичерпання несучої здатності:

$$M_{cr} = R_y \gamma_c c_x W_{xn, \min} = 255 \times 10^2 \times 0,7 \times 1,6 \times 98,756 \times 10^{-6} = 2,82 m \times m \quad (\text{Б.3})$$

Граничне взаємне зміщення елементів в замку кріплення.

Граничне переміщення опорних вузлів кріплення.

Залежність максимального згинального моменту в елементах кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вуз-

лів наведена на рис. Б.9 для робочого опору кріплення ($q = 2,94\text{т/м}$) і на рис. Б.10 для граничної несучої здатності кріплення ($q = 6,41\text{т/м}$).

Б.2. Аналіз напружено-деформованого стану кріплення КШПУ-М 14,4 + КШПУ-М 11,7

Геометричні характеристики перерізу виробки наведені на рис. Б.11. Профіль конструкції - 2хСВП 27, геометричні характеристики перерізу профілю наведені в табл. Б.2, загальний вигляд 2хСВП 27 - на рис. Б.12.

Матеріал конструкції - Ст5СП/ПС (по ГОСТ 18622-83; $R_y = 255\text{-}295\text{МПа}$ - межа плинності). Коефіцієнт умов роботи $\gamma_c = 0,7$.

Простір між двома профілями СВП 27 тампонується бетоном марки не нижче М200 (клас В15). Захисний шар бетону від верхньої межі кріплення КШПУ-М 14,4 дорівнює 150 мм, від нижньої межі КШПУ-М 11,7 дорівнює 50 мм.

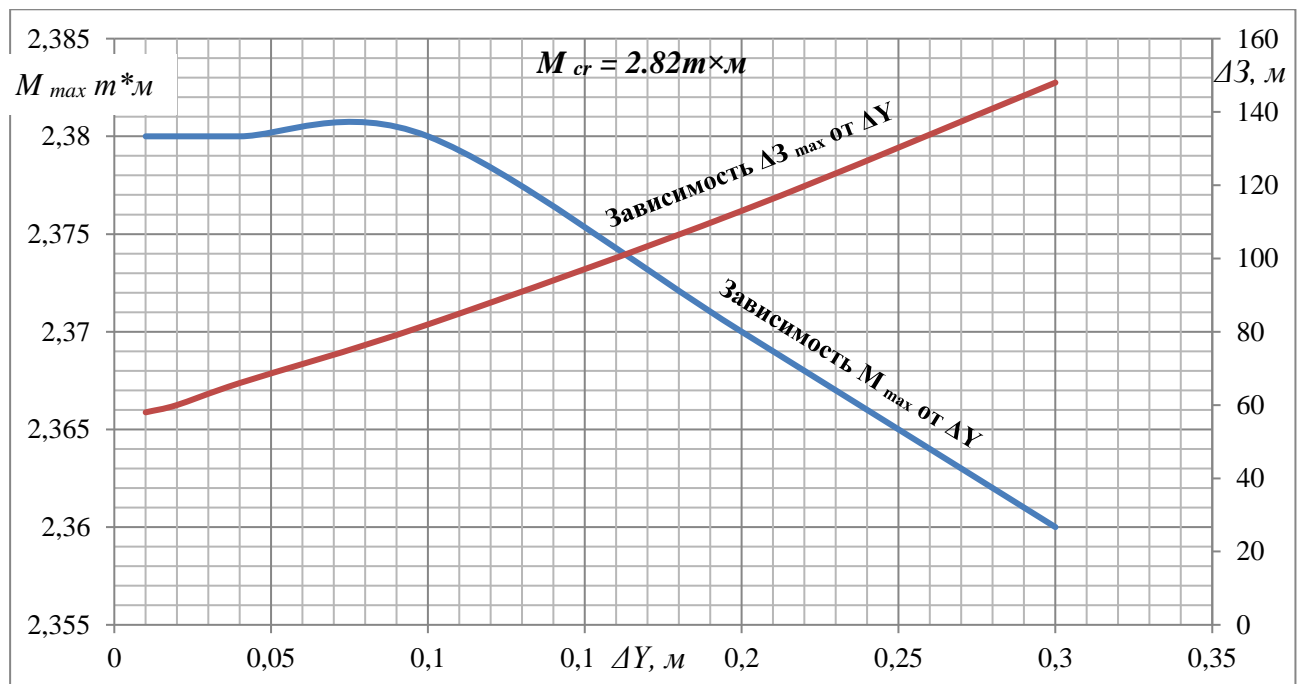


Рисунок Б.9. Залежність в елементах кріплення від величини зміщення опорних вузлів кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вузлів для робочого опір кріплення ($q = 2,94\text{ т/м}$)

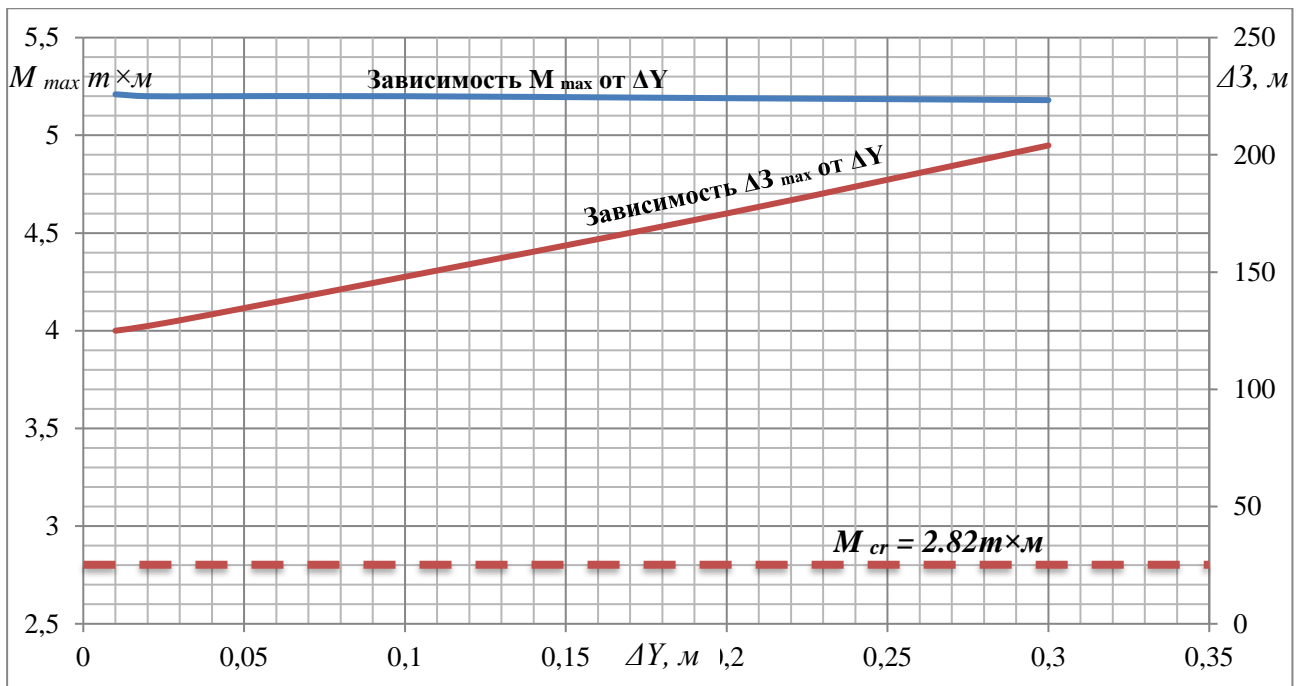


Рисунок Б.10. Залежність в елементах кріплення від величини зміщення опорних вузлів кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вузлів для граничної несучої здатності кріплення ($q = 6,41 \text{ т/м}$)

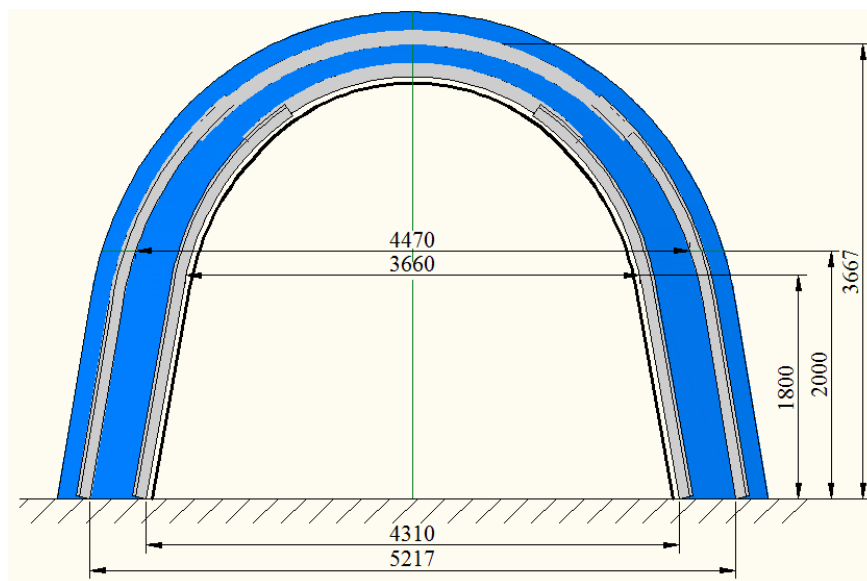


Рисунок Б.11. Геометричні характеристики перерізу виробки КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4

Розрахункова схема кріплення КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4 наведена на рис. Б.13.

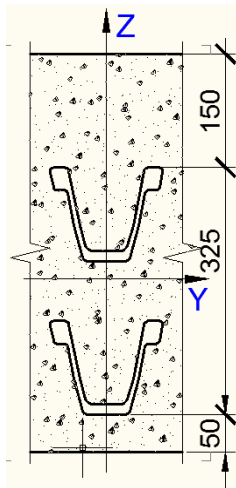


Рисунок Б.12. Загальний вигляд профілю 2xСВП 27 (габарити 0,147x0,4м)

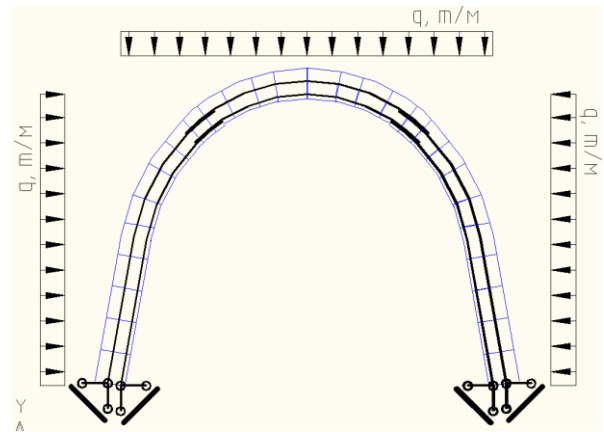


Рисунок Б.13. Розрахункова схема кріплення КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4: а) КЕ моделюють профіль СВП 27; б) КЕ моделюють спільну роботу бетону і елементів профілю СВП 27

Таблиця Б.2

Геометричні характеристики профілю 2xСВП 27

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Ед.изм.
A	Площадь поперечного сечения	71,197	см²
α	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I_y	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	8475,697	см ⁴
I_z	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	1454,248	см ⁴
W_{u+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	526,403	см³
W_{u-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	516,847	см ³
W_{v+}	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	197,512	см ³
W_{v-}	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	197,512	см ³
I_u	Максимальный момент инерции	8475,697	см ⁴
I_v	Минимальный момент инерции	1454,248	см ⁴
i_u	Максимальный радиус инерции	10,911	см
i_v	Минимальный радиус инерции	4,519	см

Зовнішнє навантаження до розрахункової схеми прикладалося рівномірно розподілено по зовнішньому контуру до елементів, що моделює бетон. Значення розподіленого навантаження приймалося за матеріалами типового проекту [4] для кріплення КШПУ-М 11,7.

До розрахункової схемою, в опорах, прикладалося навантаження виду «Задані переміщення» в діапазоні від 1 см до 30 см (див. рис. Б.5).

Розрахункова схема в ПК «SCAD-office» приведена на рис. Б.14.

Податливість замків з'єднання абочних елементів і елементів стійок кріплення моделювався аналогічно попередньому опису шляхом введення «супер-елементів №55».

В результаті розрахунку отримані внутрішні зусилля: згинальний момент - M , поздовжня сила - N , поперечна сила - Q . Так само отримані переміщення вузлів і елементів розрахункової схеми. Епюри внутрішніх зусиль наведені на рис. Б.15, переміщення і деформації розрахункової схеми наведені на рис. Б. 16.

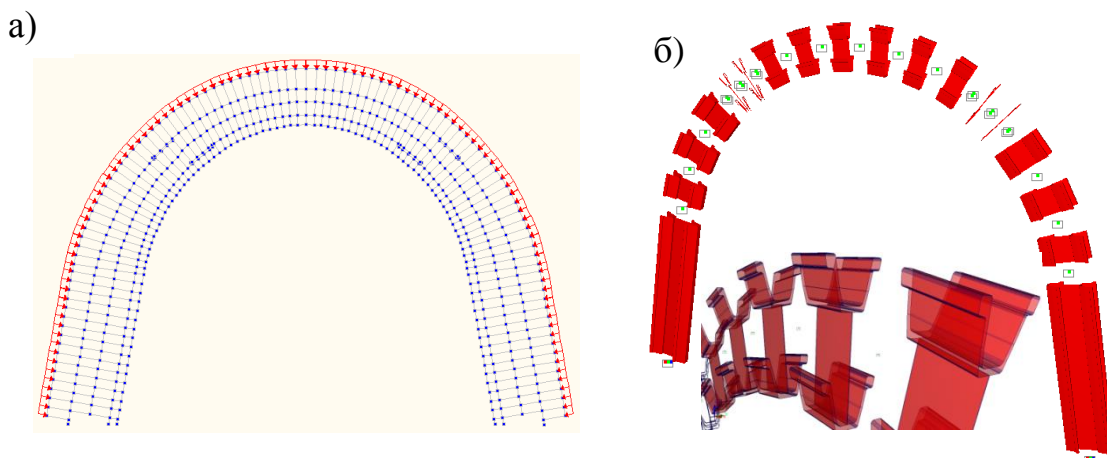


Рисунок Б.14. Розрахункова схема кріплення КШПУ-М 11,7 + КШПУ-М 14,4 в розрахунковому комплексі «SCAD-office»: а) розрахункова схема; б) презентаційна графіка розрахункової схеми з фрагментом схеми

Граничний згинальний момент, при якому відбудеться вичерпання несучої здатності кріплення:

$$M_{cr} = R_y \gamma_c c_x W_{xn, \min} = 255 \times 10^2 \times 0,7 \times 1,6 \times 526,403 \times 10^{-6} = 15,03 \text{ т} \times \text{м} \quad (\text{Б.4})$$

Граничне взаємне зміщення елементів в замках кріплення і граничне переміщення опорних вузлів кріплення аналогічні значенням для однієї КШПУ-М 11,7 і дорівнюють 0,3 м.

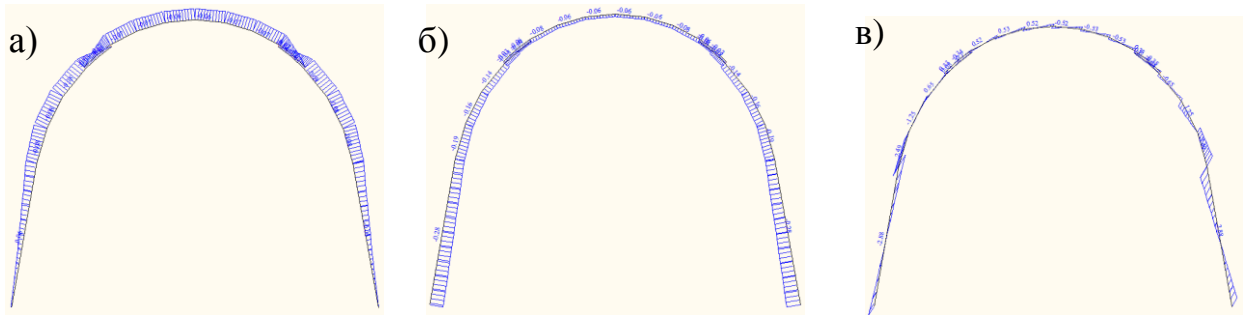


Рисунок Б.15. Епюри внутрішніх зусиль: а) згинальний момент - М; б) поздовжня сила - N; в) поперечна сила - Q

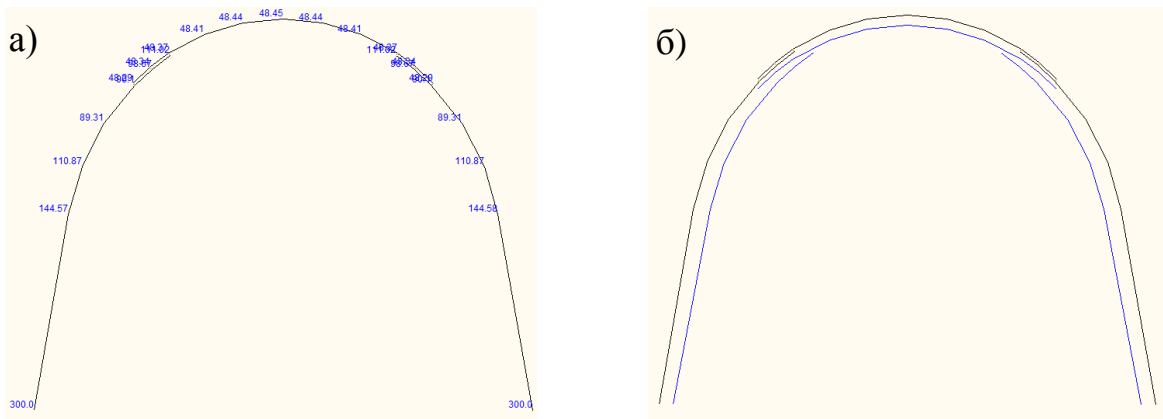


Рисунок Б.16. Переміщення і деформації розрахункової схеми: а) переміщення вузлів схеми; б) вихідна і деформована схема

Залежності максимального згинального моменту в елементах кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вузлів наведена на рис. Б.17 для робочого опір кріплення ($q = 2,94 \text{ т / м}$) і на рис. Б.18 для граничної несучої здатності кріплення ($q = 6,41 \text{ т / м}$).

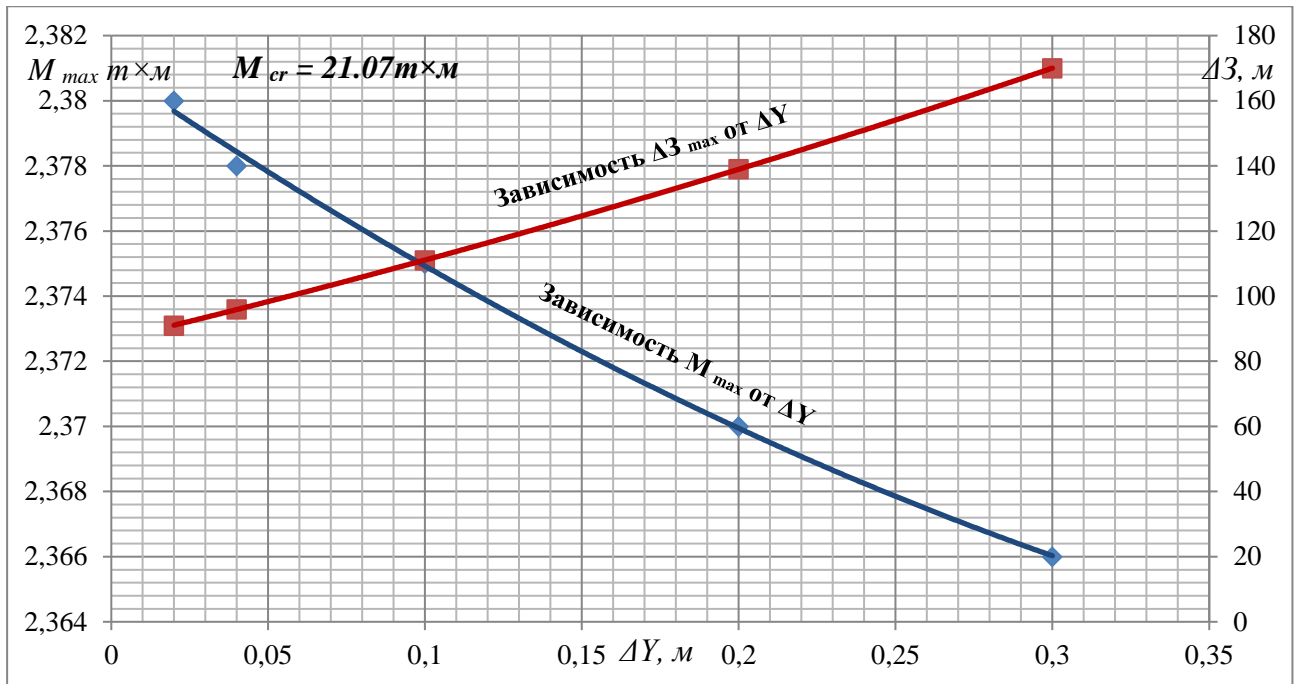


Рисунок Б.17 - Залежності в елементах кріплення від величини зміщення опорних вузлів кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вузлів для робочого опір кріплення ($q = 2,94 \text{ т / м}$)

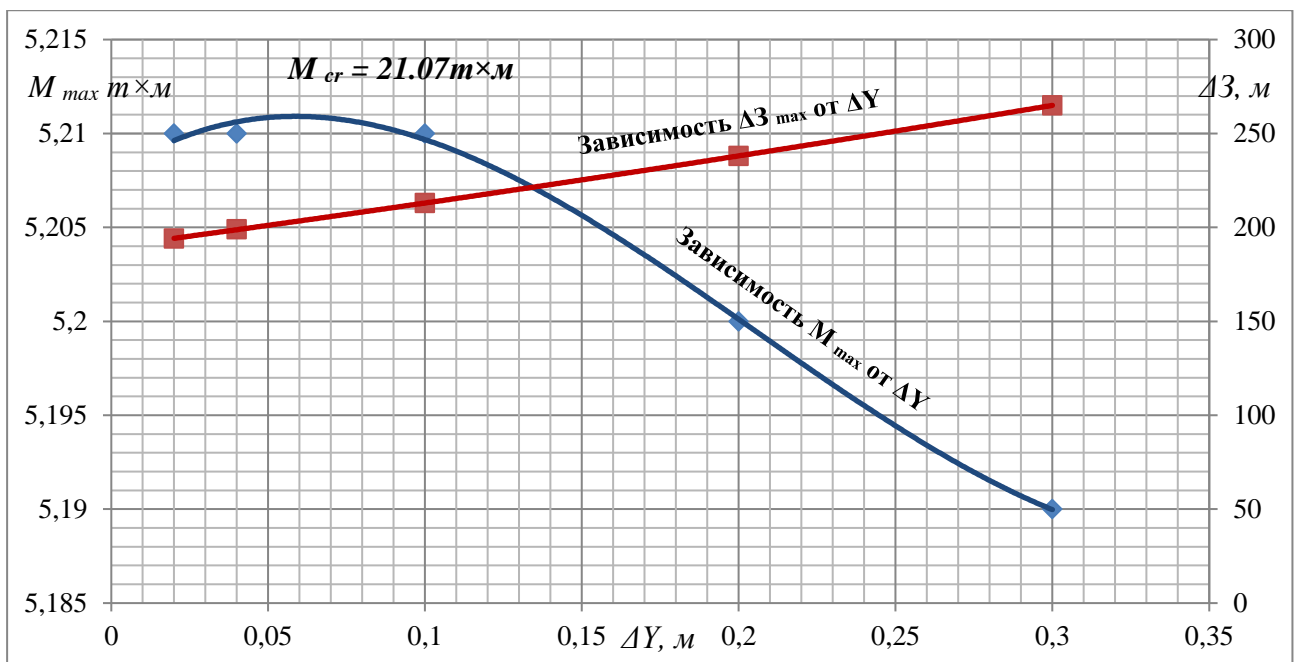


Рисунок Б.18. Залежність в елементах кріплення від величини зміщення опорних вузлів кріплення і взаємного зсуву елементів в замку кріплення від величини зміщення опорних вузлів для граничної несучої здатності кріплення ($q = 6,41 \text{ т / м}$)

Висновки: Встановлення кріплення КШПУ-М 14,4 спільно з КШПУ-М 11,7 збільшує несучу здатність в 5,33 раз.

Б.3. Аналіз напружено-деформованого стану кріплення зі зворотним склепінням

Профіль конструкції кріплення зворотного склепіння - СВП 27, геометричні характеристики перерізу профілю наведені в табл. Б.1, загальний вигляд СВП 27 см. рис. Б.2. Загальний вигляд кріплення КШПУ-М 11,7 зі зворотним склепінням представлено на рис. Б.19. Розрахункова схема зворотного склепіння приведена на рис. Б.20.

Стріла прогину f варіювалася в діапазоні: $f = (1/4 \dots f = 1/10) b$. Кроком: $f=1/4b$; $f=1/5b$; $f=1/6b$; $f=1/7b$; $f=1/8b$; $f=1/10b$, варіанти розрахункових схем наведені на рис. Б.21.

Навантаження до розрахункової схемою прикладалася, як рівномірно розподілена по всьому контуру (аналогічно п. Б.1), а також в опорах, прикладалася навантаження виду «Задані переміщення» в діапазоні від 1 см до 30 см (див. рис. Б.5) . Рівномірно розподілене навантаження прикладалася від робочого опору кріплення $q = 2,94\text{т/м}$ і гранична несуча здатність кріплення $q=6,41\text{т/м}$.

Вертикальний зв'язок в розрахунковій схемі пружна з жорсткістю 22,6 т/м. Фрагмент розрахункової схеми (вузла спирання) наведено на рис. Б.22.

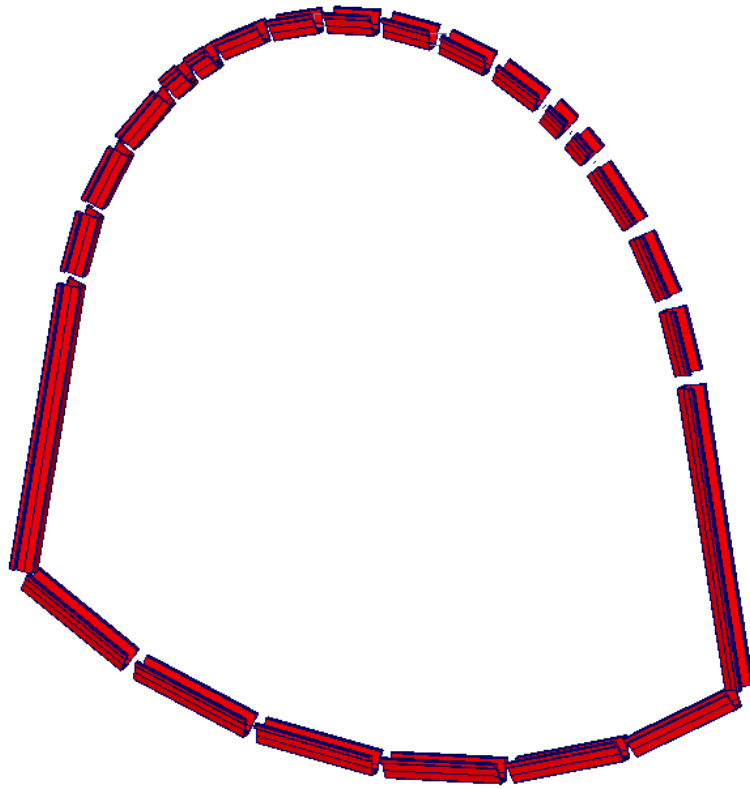


Рисунок Б.19. Кріплення КШПУ-М 11,7 зі зворотним склепінням

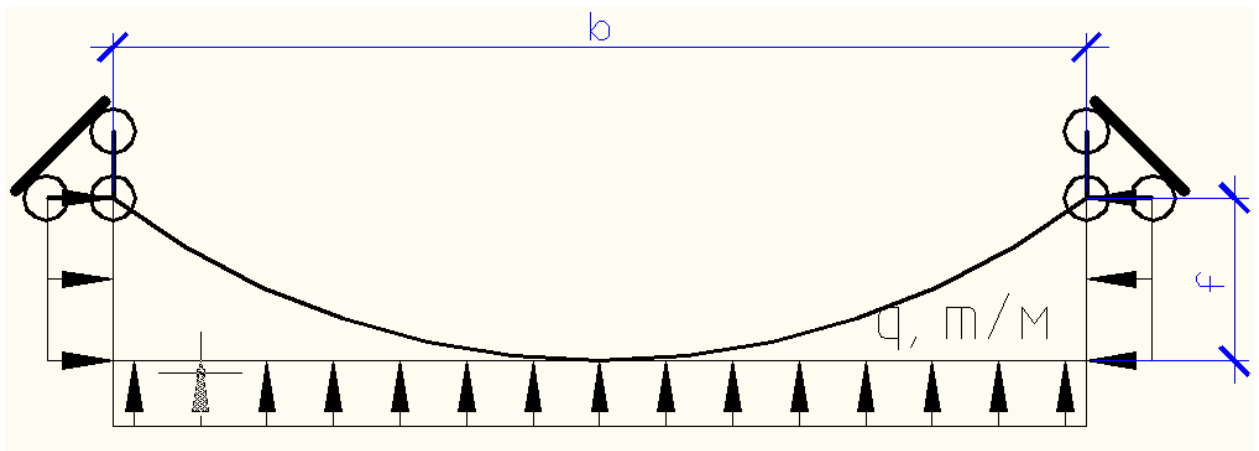


Рисунок Б.20. Розрахункова схема: f -стріла прогину, м; b -ширина кріплення, м

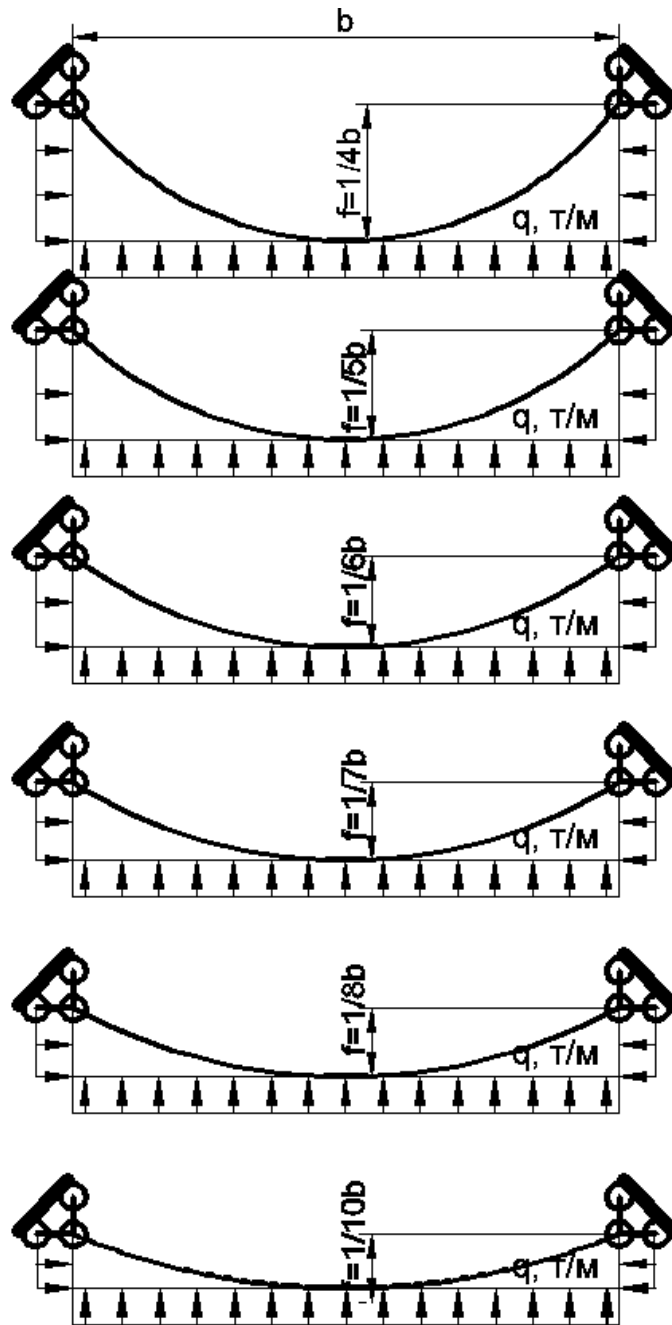


Рисунок Б.21. Варіанти розрахункових схем

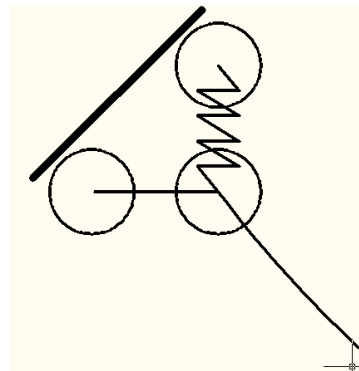


Рисунок Б.22. Вузол спирання розрахункової схеми

Розрахунок виконувався в ПК «SCAD-office», в результаті визначені внутрішні зусилля: згинальний момент - M , поздовжня сила - N , поперечна сила - Q . Так само отримані переміщення вузлів і елементів розрахункової схеми.

Залежності максимального згинального моменту в елементах кріплення від стріли прогину кріплення (f) см. рис. Б.23 і Б.24. Граничний згинальний момент, при якому відбудеться вичерпання несучої здатності профілю СВП 27 дорівнює $M_{cr} = 2,82m \times m$.

Б.4. Рекомендації щодо застосування арочної податливою кріплення зі зворотним склепінням для складних гірничо-геологічних умов споруди

Низька міцність порід, що вміщують, висока порушеність навколишнього масиву навколо виробки, а також значна глибина розташування виробки призводить до формування великого навантаження на кріплення і її розподілу по всьому контуру виробки, в тому числі і з боку підосви.

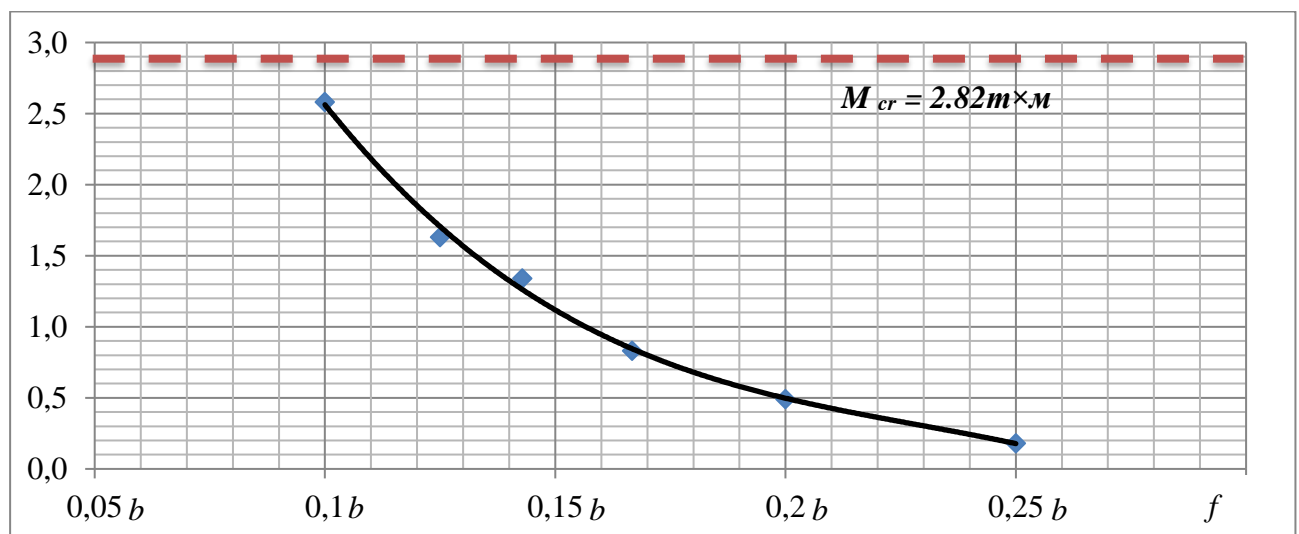


Рисунок Б.23. Залежність максимального згинального моменту кріплення від стріли прогину кріплення при навантаженні робочого опір кріплення $q=2,94\text{т/м}$

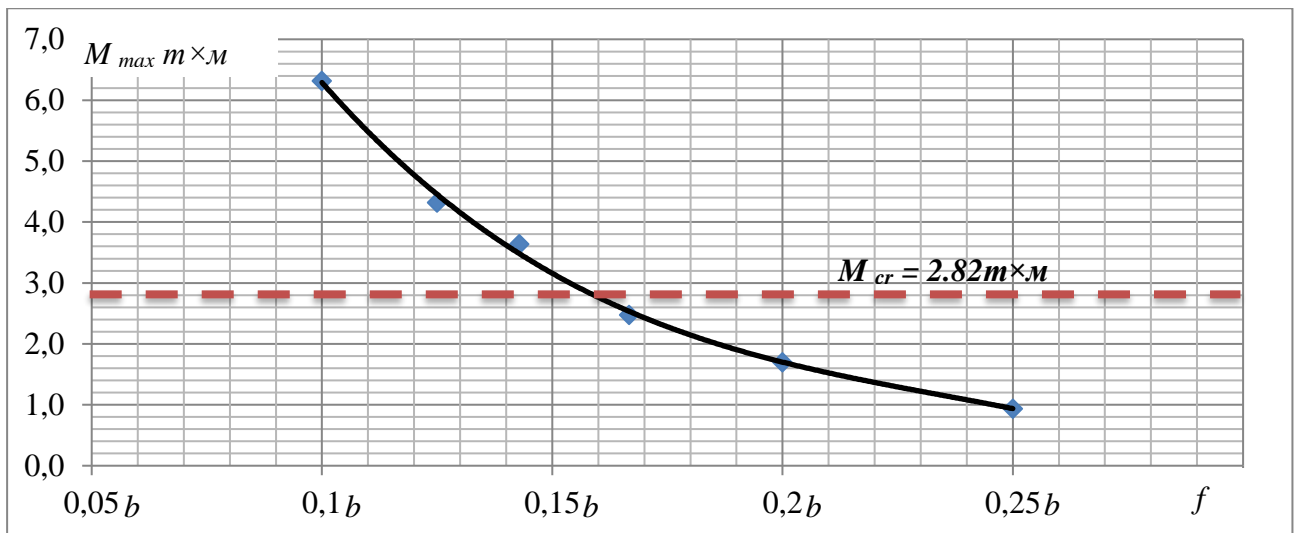


Рисунок Б.24. Залежності максимального згинального моменту кріплення від стріли прогину кріплення при граничній несучої здатності кріплення $q=6,41$ т/м

Для розглянутих умов, найбільш ефективною і надійною з точки зору тривалого безремонтного підтримки виробки, є застосування арочного податливого кріплення зі зворотним склепінням. Збільшення радіусу кривизни зворотного склепіння цього типу кріплення, в порівнянні з кільцевим кріпленням, дозволяє зменшити висоту виробки і величину підривання в підшві для встановлення нижнього елемента (лежня). За рахунок цього зменшується обсяг робіт по ручній розробці порід. Крім того, полегшується процес установки рам кріплення. Ці фактори, в кінцевому рахунку, дозволяють збільшити швидкість споруди вироблення.

Кріплення КШПУ (рис. Б.25) має велику ширину на рівні підшви, що значно знижує стійкість порід підшви, роботу якої можна представити у вигляді несучої породної балки. Кріплення КШПУ зі зворотним склепінням ближче до форми кільцевої кріплення, що є найбільш стійкою в складних геомеханічних умовах.

З'єднання конструкції кріплення з конструкцією лежня здійснюється шляхом застосування «чобітка» з розмірами вертикальної частини 400 мм і похилій - 800 мм (рис. Б.26), що дозволити зменшити довжину лежня ще на 0.7 ... 0.8 м. При цьому довжина перекриття профілів «чобітка» і лежня в сполучному вузлі становить 400 мм. Міцність «чобітка» в місці зварювального з'єднання його

відрізків можна підвищити використовуючи просте технічне рішення без додаткових матеріальних витрат, як показано на рис. Б.27.

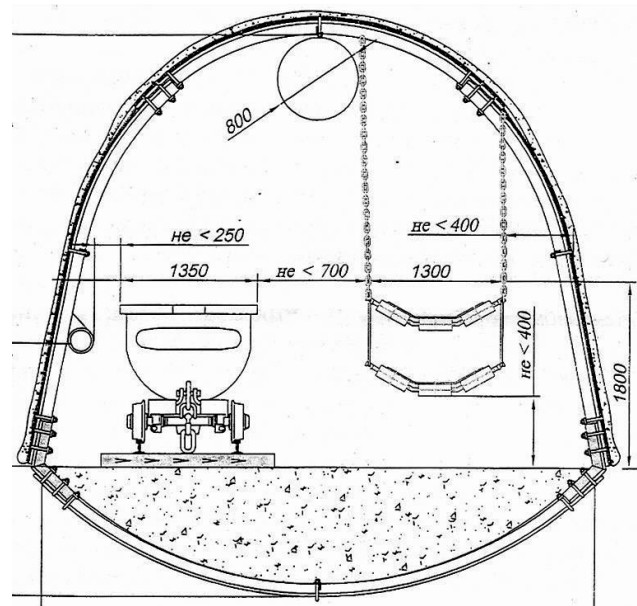


Рисунок Б.25. Перетин північного конвеєрного ухилу з кріпленням КШПУ зі зворотним склепінням

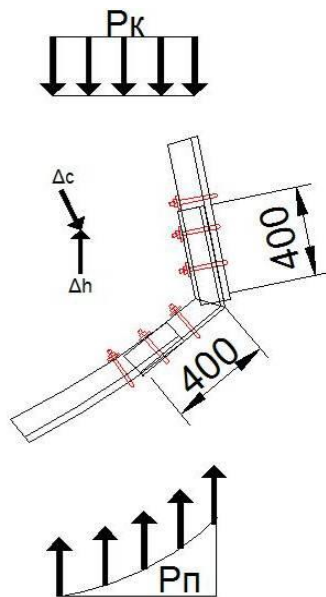


Рисунок Б.26. Механізм роботи вузла піддатливості зворотного склепіння кріплення КШПУ

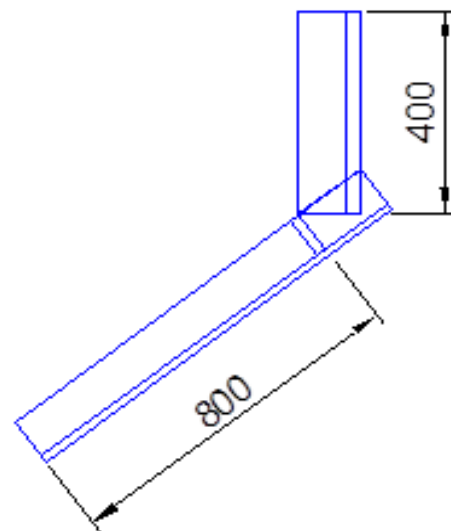


Рисунок Б.27. «Чобіток» для встановлення зворотного склепіння