

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

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА

Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки

БІЛОШАПКІН НАЗАР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КАПІТАЛЬНОЇ ВИРОБКИ У  
ВУГЛЕПОРОДНОМУ МАСИВІ ЗНИЖЕНОЇ СТІЙКОСТІ З  
ПОРІВНЯННЯМ ВАРІАНТІВ КРІПЛЕННЯ

184 Гірництво

за освітньо-професійною програмою «Будівельні геотехнології та геомеханіка»

магістр

2018

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 24 найменувань на 2 сторінках і 6 додатків на 8 сторінках. Робота викладена на 71 сторінках машинописного тексту, містить 47 рисунків та 8 таблиць. Загальний обсяг дипломної роботи складає 79 сторінок.

**Об'єктом досліджень** є геомеханічні процеси, що протікають в складноструктурному породному масиві навколо виробки, що пройдена в зоні геологічного порушення.

**Предметом досліджень** є параметри комбінованого кріплення в капітальних виробках в зоні геологічного порушення.

**Мета роботи** полягає в геомеханічному обґрунтуванні таких параметрів комбінованої системи кріплення капітальних виробок, за яких можлива економічно доцільна їх експлуатація в заданих складних гірничо - геологічних умовах з можливістю подолання геологічного порушення та подальшої експлуатації виробки без проведення ремонтних робіт, або ж зведення обсягів ремонтів до мінімального рівня.

**Методи досліджень.** Поставлена в роботі мета досягнута шляхом застосування комплексного методичного підходу, що включає узагальнення інформації та виробничого досвіду в області геомеханіки складних технічних систем, використання чисельних методів, зокрема, методу скінченних елементів (МСЕ), аналізу отриманих даних, обробки існуючих типів багат шарових кріплень в складно гірничо - геологічних умовах.

**Ключові слова:** метод скінченних елементів, скид, геомеханічні процеси, математична модель, гірничо - геологічні умови, системи кріплення, геологічне порушення.

## Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 ОПИС ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	8
1.1. Опис об'єкта дослідження.....	8
1.2. Фактори, що ускладнюють проведення гірничої виробки .....	13
1.3. Огляд методів и способів підтримки капітальної виробки в складних умовах .....	14
1.4. Мета, завдання та методи дослідження.....	37
Висновки.....	38
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИДУ КРІПЛЕННЯ КАПІТАЛЬНОЇ ВИРОБКИ НА ЧИСЕЛЬНИХ МОДЕЛЯХ.....	39
2.1. Обгрунтування методу, моделі та програмного забезпечення.....	39
2.2. Розробка розрахункових схем прийнятих до аналізу способів кріплення...	43
2.3. Методика виконання моделей і аналіз результатів .....	47
Висновки.....	61
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО—ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ВАРІАНТІВ .....	62
Висновки.....	68
ВИСНОВОК .....	69
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	70
Додатки .....	73

## ВСТУП

**Актуальність досліджень** Розвиток вугільної промисловості можливий тільки при нормальній експлуатації гірничого підприємства і збільшення конкурентоспроможності вугільної продукції за рахунок підвищення її якості та зниження собівартості.

Незважаючи на світові тенденції, спрямовані на альтернативні джерела отримання електроенергії, кам'яне вугілля ще довгі роки буде надзвичайно популярною сировиною. Основні проблеми, пов'язані з його видобутком, стосуються впровадження технологій, що забезпечують зменшення собівартості й підвищення безпеки працюючих.

Ефективне вирішення їх може бути здійснене тільки із залученням інноваційних методів геомеханіки, а обґрунтування технологічних параметрів повинно відбуватися в найбільш складних гірничо-геологічних умовах з тим, щоб з роками розповсюдити цей досвід на інші гірничі підприємства, активно розвивати сучасні способи видобутку за допомогою високопродуктивної техніки.

Але це все має досить велику собівартість, що складається з витрат, пов'язаних з ліквідацією наслідків спучування порід підшоши, вартістю металевого аркового кріплення та витрат на його ремонт, причому на цих операціях залучається близько 40% підземних робітників.

Причини, що спричиняють ситуацію, що склалася, пов'язані, перш за все, зі збільшенням глибин відпрацювання вугільних пластів, які залягають в нестійких породах, і посилення проявів гірського тиску, проходження ділянок зі складаними гірничо-геологічними умовами.

Таким чином, встановлення закономірностей проявів напружено - деформованого стану складно - структурного породного масиву, що послаблений системою гірських виробок, що пройдені на ділянках геологічних порушень як фактору, що значно ускладнює умови ведення гірничих робіт, є актуальним науково-технічним завданням.

**Мета роботи** полягає в геомеханічному обґрунтуванні таких параметрів комбінованої системи кріплення капітальних виробок, за яких можлива

економічно доцільна їх експлуатація в заданих складних гірничо - геологічних умовах з можливістю подолання геологічного порушення та подальшої експлуатації виробки без проведення ремонтних робіт, або ж зведення обсягів ремонтів до мінімального рівня.

**Основна ідея** роботи полягає в урахуванні показників напружено-деформованого стану геомеханічної системи «послаблений складноструктурний породний масив-капітальна виробка-кріплення» під час визначення раціонального типу конструкції комбінованого кріплення в зоні Богданівського скиду на прикладі конвеєрного квершлагау.

**Об'єктом досліджень** є геомеханічні процеси, що протікають в складноструктурному породному масиві навколо виробки, що пройдена в зоні геологічного порушення.

**Предметом досліджень** є параметри комбінованого кріплення в капітальних виробках в зоні геологічного порушення.

**Основні завдання досліджень:**

- виконати аналіз джерел інформації в області способів забезпечення стійкості капітальних виробок в геологічних порушеннях і складних гірничо - геологічних умовах;

- виконати аналітичні дослідження напружено-деформованого стану породного масиву навколо геомеханічної системи «послаблений складноструктурний породний масив-капітальна виробка-кріплення»;

- за результатами чисельного моделювання означеної геомеханічної системи обґрунтовані раціональні параметри систем комбінованого кріплення;

- здійснити техніко-економічне обґрунтування найбільш раціональної конструкції комбінованого кріплення.

**Методи досліджень.** Поставлена в роботі мета досягнута шляхом застосування комплексного методичного підходу, що включає узагальнення інформації та виробничого досвіду в області геомеханіки складних технічних систем, використання чисельних методів, зокрема, методу скінченних елементів (МСЕ), аналізу отриманих даних, обробки існуючих типів багатошарових кріплень в складно гірничо - геологічних умовах.

**Наукове значення роботи** полягає у встановленні закономірностей зміни напружено-деформованого стану породного масиву навколо капітальної виробки, що закріплена комбінованим кріпленням в зоні геологічного порушення.

**Практичне значення роботи** полягає в обґрунтуванні раціональних параметрів конструкції капітального багатошарового кріплення капітальних виробок в зонах геологічного порушення зі зменшенням економічних витрат на ремонти виробок в складних гірничо - геологічних умовах.

**Обґрунтованість і достовірність** отриманих результатів підтверджується коректністю поставлених задач, застосуванням чисельних методів, техніко - економічних обґрунтувань із застосуванням ПЗ «СТС».

**Оприлюднення результатів.** Результати досліджень, що викладені в роботі, пройшли апробацію шляхом публікації статті у 12-та Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, аспірантів та студентів (2018). [Терещук Р. М. Проблеми стійкості гірничих виробок вугільних шахт / Терещук Р. М., Білошапкін Н. О., Пленник А. М. // Перспективи розвитку будівельних технологій : матеріали 12-ї Міжнарод. наук.-практич. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 20 квітня 2018 р., м. Дніпро. - Дніпро : НГУ, - С. 21-24.]

**Структура і обсяг роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 24 найменувань на 2 сторінках і 6 додатків на 8 сторінках. Робота викладена на 71 сторінках машинописного тексту, містить 47 рисунків та 8 таблиць. Загальний обсяг дипломної роботи складає 79 сторінок.

## РОЗДІЛ 1

### ОПИС ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕНЬ. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Опис об'єкта дослідження

Вугільне родовище Західного Донбасу розташовано на лівому схилі Дніпровсько-Донецької западини, в басейні р. Самара, лівої притоки Дніпра, і займає площу близько 12 тис. Км<sup>2</sup> (протяжність 250 м, ширина 40-50 км). Воно охоплює: Петропавлівський, Павлоградський, Новомосковський, Царичанський райони Дніпропетровської області і Лозівський район Харківської області.

Вугленосність району пов'язана, головним чином, з відкладенням нижнього карбону і, в меншій мірі, з відкладеннями середнього відділу карбону. Детально розвідані відкладення нижнього карбону Павлоградський - Петропавлівського району.

Поширення вугілля в нижньому карбоні відзначено в усіх світах, однак промислове значення має продуктивна товща Самарської свити С13. У розрізі свити налічується від 14 до 40 пластів і прошарків потужністю від 0,1 до 1,5 м. Промислове значення підтверджують 15 - 20 вугільних пластів, які відносяться до тонких по потужності, так і по площі поширення. Відстань між пластами коливається від 4-6 м до 40-60 м. Будова пластів переважно проста з переважаючою потужністю 0,55-0,95 м, рідше з потужністю та пропластками від 0,01 до 0,30 м.

Що вміщують породи представлені переважно перешаровуються між собою аргілітами і алевролітами (75-80 %), пісковиками (до 20 %) з підлеглим значенням вапняків. Аргіліти і алевроліти відносяться до категорії дуже нестійких і нестійких. Пісковики мають потужність від 5 до 50 м і містять статичні запаси води.

Відмінною особливістю родовища є міцний і в'язкий типи вугілля ( $f = 3,0-3,5$  за шкалою М.М. Протодьяконова) і слабкі, схильні до вспучення, аргіліт і алевроліт ( $f = 1,0-2,5$ ), які при зволоженні розмокають, втрачаючи при цьому 50-

80 % міцностних властивостей. Вугленосна товща родовища характеризується моноклінальним заляганням з падінням на північний схід під кутом 1-5.

Вугілля Західного Донбасу відносяться до середньозольних, середньозернистих, газовим, слабоспучувані, що володіє підвищеною коксівною здатністю. Кількість золи коливається від 3 до 25 %, сірки - від 0,5 до 3,5 %, вихід летких - від 35 до 45 %, теплотворна здатність, в середньому, по пластах - від 7700 до 8400 ккал/кг. Вугільні пласти не схильні до самозаймання, не є небезпечними щодо раптових викидів і гірничих ударів, але небезпечні по пилу.

На сьогоднішній день в складі ПАТ «Павлоградвугілля» ДТЕК працюють десять шахт (Благодатна, Дніпровська, Западно-Донбаська, Павлоградська, Самарська, ім. Сташкова, Степова, Ювілейна, ім. Героїв Космосу, Тернівська), дев'ять філій і чотири структурних підрозділи. У табл. 1.1 наведені короткі відомості про кожен з десяти шахт.

#### **Гірничо-геологічні умови відпрацювання запасів.**

Поле шахти «Самарська» розташоване в центральній частині Павлоградського - Петропавлівського геолого - промислового району Донбасу.

Шахтне поле характеризується в основному моноклінальним заляганням осадової товщі карбону з падінням порід в північному та північно-східному напрямках під кутом 3-4, збільшується у зон тектонічних порушень до 7-10, простягання яких північно - західний, збігаються з простяганням товщі нижче кам'яновугільних порід.

Спокійне і полого залягання осадової товщі ускладнюється низкою великих і дрібніших диз'юнктивних порушень типу «скидання».

Серед них слід відзначити більші: Богданівський, Богуславський, Південно-Тернівський скиди з амплітудою зміщення  $H =$  від 10 до 340м. Простягання основних тектонічних порушень північно-західне, що збігаються з простяганням товщі нижче кам'яновугільних порід.



## Загальні відомості про шахти ПАТ «Павлоградвугілля»

Шахта	Запаси промислові, тис. тон		Проектна потужність, тис. тонн	Категорія по СН4	Марка вугілля	Глибина ведення робіт, м	Пласти, шт.		Середня геологічна потужність розробляється-ваних пластів, м	Промислові запаси по потужностям, %		
	всього	реальні до видобутку					з балансовими запасами	що розробляються		до 0,8 м	0,8-1,0 м	св. 1,0 м
Тернівська	37 140	25 028	900	над.	ДГ (Ен.)	216	8	4	1,04	32,4	32,9	34,7
Павлоградська	25 345	26 209	1 200	III	ДГ (Ен.)	230	5	4	1,07	45,0	44,2	10,8
ім. Героїв космосу	155 856	112 712	1 500	над.	ДГ (Ен.)	424	7	3	0,86	39,2	40,7	20,1
Благодатна	46 747	19 440	1 200	III	ДГ (Ен.)	331	10	3	0,92	18,7	58,1	23,2
Степова	158 970	50 385	900	II	Г (кокс)	400	11	3	0,77	76,9	23,1	0,0
Ювілейна	41 424	21 080	1 200	II	Г (кокс)	368	6	2	0,80	57,8	26,6	15,6
Самарська	64 112	55 476	1 800	III	ДГ (Ен.), Г (кокс)	195	6	2	0,88	54,2	44,2	1,6
Дніпровська	85 751	64 573	1 500	III	ДГ (Ен.)	290	8	3	0,82	56,6	11,3	32,1
Західно-Донбаська	166 254	145 339	1 500	над.	Г (кокс)	567	8	3	0,92	50,2	34,1	15,7
ім. Сташкова	29 035	13 542	1 500	II	Г (кокс)	343	8	3	0,98	61,0	29,6	9,4

Богданівський скид супроводжується Алефірівським, Тернівським і Первомайськими скидами, які, в свою чергу, спираються серією таких дрібних тектонічних порушень, як скиди «Д», «Ж», «З», «І», «К». Богуславський скид супроводжується трьома дрібними тектонічними порушеннями - скидами «Г», «Л», «Е» та прилягає до нього скидання «В». Південно - Тернівський скид супроводжується більш дрібними скидами «А», «М», «Б».

Загалом тектонічна порушеність шахтного поля середня, розвиток тріщинуватості незначне. Коефіцієнт порушеності по пластах  $K_{C4} = 0,02$ ,  $K_{C1} = 0,036$ .

Вугільні пласти ділянки шахти приурочені до відкладів «Самарської» свити потужністю 225 м. Товща порід, що містить робочі вугільні пласти, укладена між світним вапняком С1 і вугільним пластом СН8. У межах шахтного поля розробці підлягають 8 робочих пластів потужністю 0,45 м і вище: С8; Св7; Сб; С5; С42; С14; С4; 31. За витриманості пласти відносяться до відносно витриманим. До невитриманою відноситься пласт С14. За потужністю пласти відносяться до тонким і дуже тонким, характеризуються простим і складним будовою.

Характерним є наявність майже по всім верствам зон розмиву, а також простежено розщеплення, що значно ускладнює ведення очисних робіт. У розрізі вугленосної товщі міститься цілий ряд вугільних прошарків. Вуглевмісні породи

представлені перешаровувати товщею аргілітів, алевролітів, пісковиків і вапняків. Вміщують вугільні пласти породи: щільні аргіліти і алевроліти, рідше - слабо-тріщинуваті пісковики різної щільності, схильні до обвалення, з межею міцності 120-300 кг / см<sup>2</sup>.

У більшості випадків виробки шахти «Самарська» обводнені. В очисних та підготовчих вибоях надходження води спостерігається у вигляді безперервного протікання і напірних струменів, а також просочування з ґрунту. Фактичний водоприток – 426 м<sup>3</sup> / год.

**Гірничо-технічні умови відпрацювання запасів.** Шахтне поле поділене на шість блоків, для відпрацювання пластів С1, С4 і С5, розтин блоків - вентиляційними стволами і квершлагами від магістральних штреків горизонту 200 м, 250 м.

Схема підготовки шахтного поля – розподілена горизонтами. Система розробки - довгі стовпи по повстанню зі здвоєними і одинарними лавами. Довжина виїмкових стовпів 600 -2000 м. Довжина очисного вибою. 150-180 м. Спосіб управління покрівлею - повне обвалення.

Виїмкові штреки конвеєрні та вентиляційні, слідом за просування лав погашаються (за винятком повторно використуваних штреків).Проведення підготовчих вибоїв виробляється комбайнами ГПКС, КСП-32 виробки кріпляться рамною арковою і анкерно-рамною системами кріплення.Перетину Богданівського скиду конвеєрним квершлагом пласта С10 шахти «Самарська» ШУ «Тернівське».

Досліджувана зона є небезпечною і перебуває безпосередньо в зоні зсування скиду. Сам зміститель представлений перетертими породами (аргіліта, алевроліту, пісковика) мають сильно порушену структуру, розбиті тріщинами різного напрямку, сильно перем'яті і роздроблені. Породний масив представлений породами, які показані на (рис. 1.1.). Конвеєрний квершлаг представлений на (рис. 1.2.).

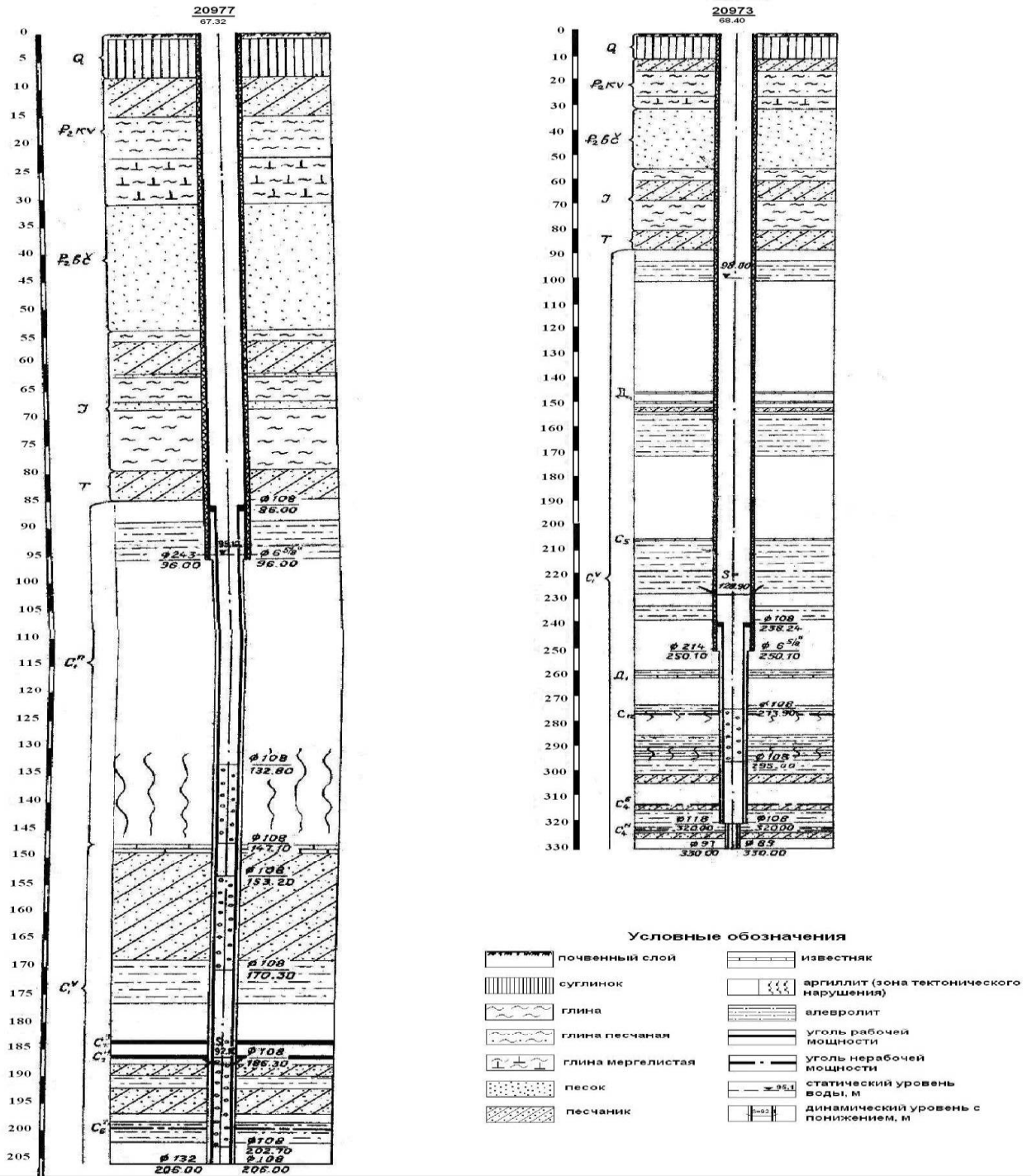


Рис. 1.1. Схема слоїв порід [1]

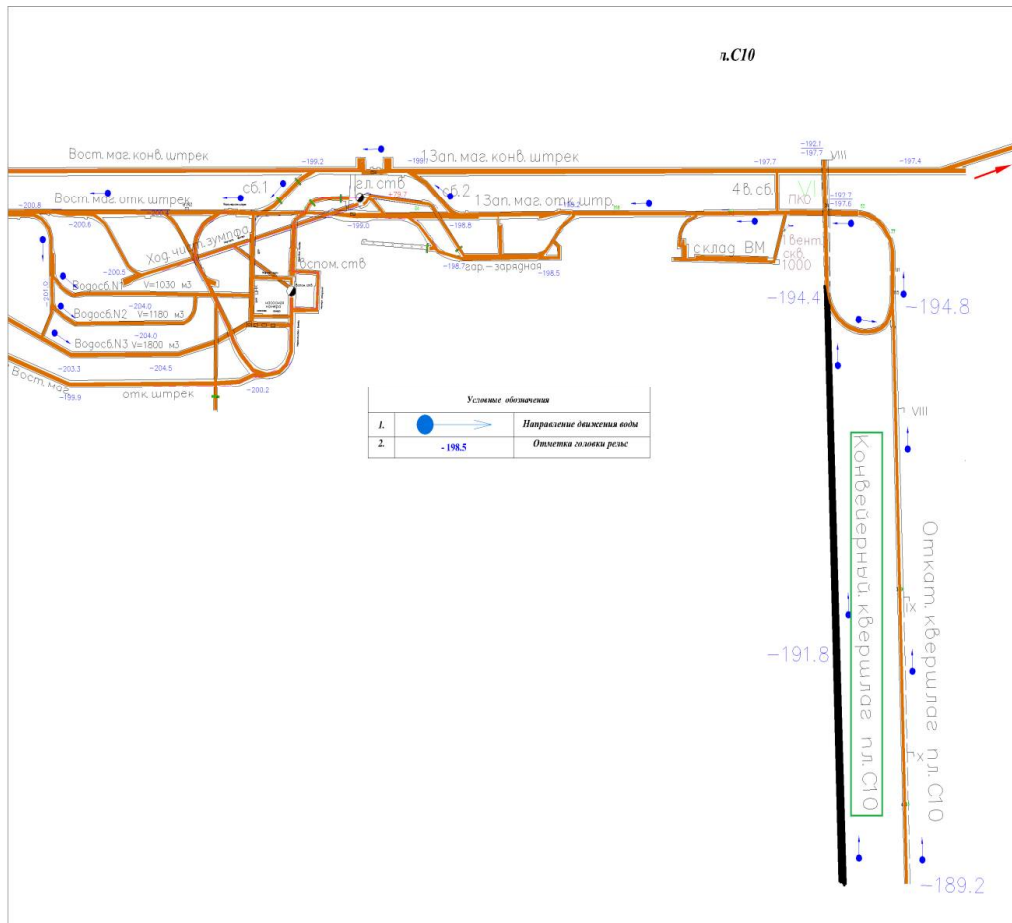


Рис.1.2. Схема розташування виробки [2]

## 1.2. Фактори, що ускладнюють проведення гірничої виробки

З перспективою розробки корисних копалин на великих глибинах, все актуальнішою є проблема розширення технічних між шахтних полів діючих шахт и залучення в експлуатацію резервних, законсервованих запасів. Але все це пов'язано з подолання небезпечних ділянок гірських порід в зоні кордону шахтного поля.

Проведення підземних гірничих виробок змінює стан гірських порід з утворенням зон підвищених напруг. Явища, пов'язані з деформацією, зрушенням, руйнування масиву, тиск порід на систему кріплення, Прийнято називати прояви гірського тиску. Прояви гірського тиску виникають від гірничо-геологічних умів и технологічних особливостей розробки. Тектонічні порушення зазвичай представлені тріщинуватими обводненими ділянками, нестійкими роздробленими породами. Для безпечного подолання підземними виробками таких

порушеннях необхідно застосування ефективних технологій що включають, як правило, комплекс основних робіт системами кріплення, а також додаткові заходи, що попереджають проявлення аварійних ситуацій, пов'язаних з викидом порід, прориву води, здійманні порід підшоши, деформації кріплення, а також приконтурного масиву.

До основних технологічних факторів належать форма, розмір и розташування виробок, спосіб и швидкість їх проведення, спосіб управління гірським тиском. Проведення гірничих робіт у зоні тектонічного порушення характеризуються ускладнюючими гірничо-геологічними чинниками:

- існує ймовірність прориву підземних вод;
- проведення робіт в зоні підвищеної тріщинуватості збільшує ймовірність вивалу порід покрівлі;
- підвищення гірничого тиску призведе до деформацій кріплення и здійманні порід підшоши.

Проведення виробки перекликається з групою ризиків:

**Геодінамічні ризики:** до яких відносяться високий рівень діючих напружень в породному масиві по трасі квершлягу, високий рівень напружено-деформованого стану масиву порід, низька міцність порід, Відсутність достовірної та точної інформації про місце положення точки перетину скидання.

**Гідрогеологічні ризики:** висока тріщинуватість масиву, можливість припливу шахтних вод у великому обсязі, можливість прориву розпушеності зволоженою гірської масі в виробках.

**Газодинамічні ризики:** можливість високого, або аномально високого (аж до раптового) метановіділення у виробку [3].

### 1.3. Огляд методів и способів підтримки капітальної виробки в складних умовах

Одним з варіантів підтримки капітальної виробки є двошарове монолітне піддатливе кріплення [4]. У такій конструкції внутрішній шар зі звичайного бетону є грузонесучим (рис. 1.3). Зовнішній шар є пористим піноматеріалом, що

легко деформується та виконує функції піддатливого (демпферного) елемента конструкції. В цьому випадку навантаження на кріплення, завдяки характеристичі пінопласту, майже рівномірно розподіляється по контуру, виключаючи точкове докладання зусиль.

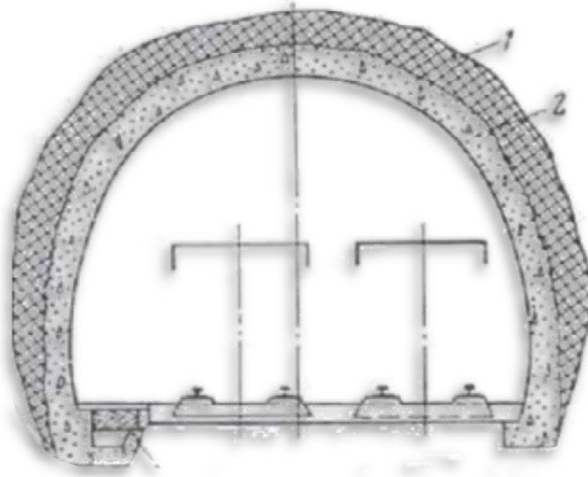


Рис. 1.3. Схема двохшарового кріплення: 1 – демпферний шар; 2 – грузонесучий шар

Надійна робота конструкції в піддатливому режимі забезпечується незалежно від напрямку переважаючих зсувів гірських порід. Форма і розміри перерізу виробки в просвіті залишаються незмінними. Несуча здатність такого кріплення при роботі в піддатливому режимі визначається опором піддатливого шару (100-200 кПа), а при роботі в жорсткому режимі – міцністю бетонної оболонки.

Як матеріал піддатого шару можна використовувати спінені пластмаси та різні види піно-газобетонів. Для використання в піддатливому шарі кріплення можна застосувати пенополіуретановий, фенольно-резольний і карбідний пінопласти. Однак величина зсувів обмежена товщиною демпферного шару (вона не може зростати безмежно), а несуча здатність – характеристикою матеріалу цього шару.

Багатошарові кріплення пропорційно зростанню кроку піддатливості звужують перетин виробки у світлі і ускладнюють конструкцію, а також

погіршують умови безпеки праці через наявність хімічно активних речовин і підвищеною пожежою небезпеки. Всі відомі податливі кріплення, як правило, розраховані на певну початкову навантаження, а як відомо, це навантаження зростає з ростом глибини проведення гірничих виробок. Крім того, можуть мати місце різні відхилення від розрахункових параметрів. Все це призводить до порушення рівноваги, на яку розрахована дана податлива схема кріплення.

Досвід кріплення виробок глибоких шахт показав, що навіть вельми потужними залізобетонними жорсткими кріпленнями утримати зміщення гірських порід масиву неможливо. У зв'язку з цим в складних геомеханічних ситуаціях застосовують кріплення, що дозволяють породному масиву зміститися на певну величину всередину виробки, податливі кріплення (рис. 1.4).

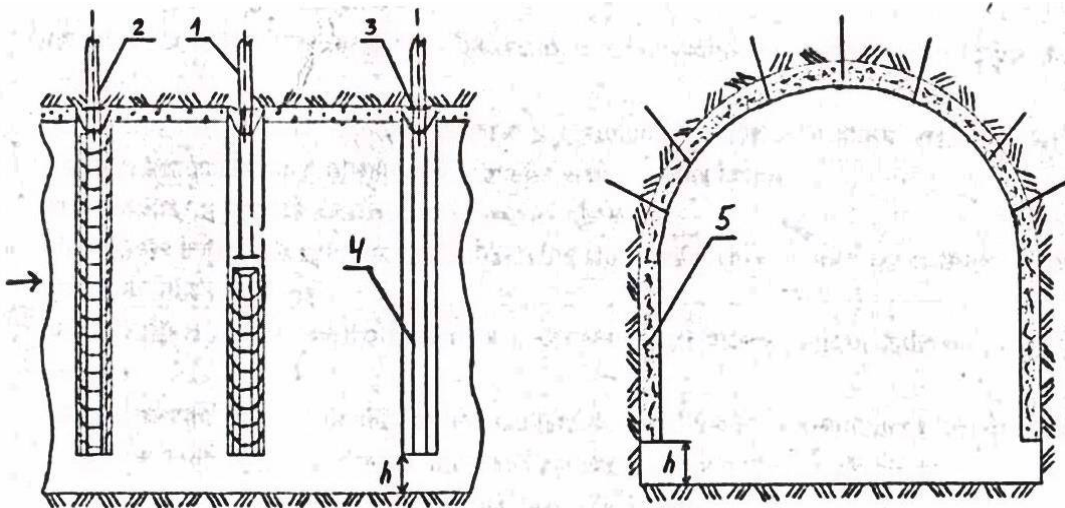


Рис. 1.4. Схема виробки з комбінованою податливою кріпленням: 1 – опорна шайба, 2 – трубчастий анкер, 3 – торець, 4 – залізобетонне аркове кріплення, 5 – шар набризкбетону

Пропоноване кріплення усуває багато з перерахованих недоліків. Таку систему кріплення з регульованою піддатливістю можна створити, завдяки розробленим трубчастим гідрораспирним анкерам і машиною центробіжного торкретування МЦТ. Зведення такої кріплення здійснюється в наступному порядку. Встановлюються трубчасті гідрораспирні анкери на них кріпиться потрібної конфігурації арматура, на яку машиною МЦТ наноситься торкретбетон, створюючи

тим самим залізобетонну арку (рис. 1.3). при цьому арка, не доходить до підлоги виробки на відстань (h), інтенсивного зміщення гірських порід. В період інтенсивного зміщення гірничих робіт працюють тільки анкери. Оскільки вони є податливими, і що будуть працювати і після зсуву з місця в шпурі, зберігаючи певний опір подальшому зсуву.

Більш прогресивними є такі конструкції кріплень, що використовують несучу здатність зміцненого масиву порід, розроблені в МакІБІ. Одна з таких конструкцій (рис. 1.5) складається з оболонки 1, зруйнованих порід приконтурної зони, зміцнених цементно-піщаним розчином, що виконує функції основної несучої конструкції, і облицювальної оболонки 2, утвореною розчином, що виливається з тріщин в породі в процесі зміцнення за щит-опалубку 3, що оберігає породи від впливу зовнішніх агентів, а також знижує аеродинамічний опір виробки.

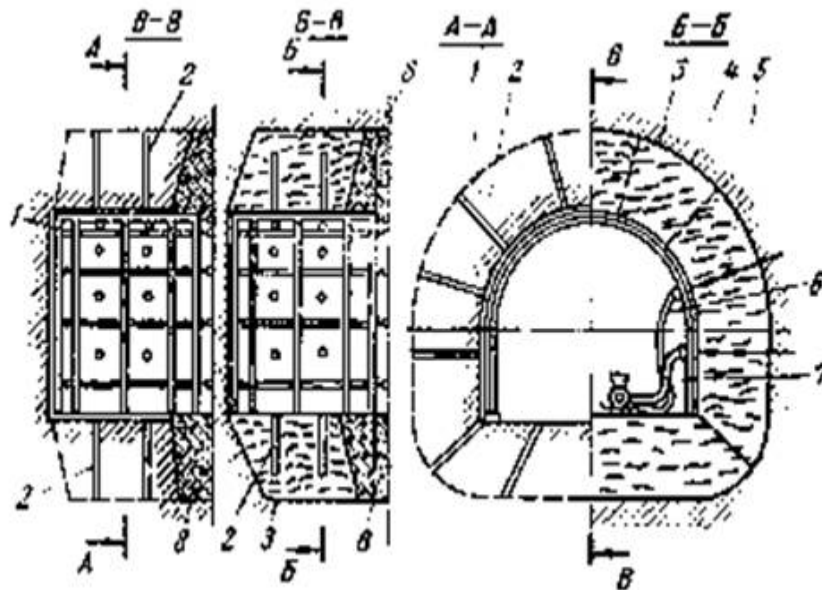


Рис. 1.5. Конструкція кріплення «Моноліт»

Встановлювані у вибої секції щита-опалубки виконують функції тимчасового кріплення і ізолюючого елемента при тампонажних роботах. Після виконання робіт по зміцненню, секції щита-опалубки демонтуються і встановлюються у вибої виробки.

Широкий практичний досвід застосування кріплень з зміцненням вміщуючого масиву порід накопичений у ФРН. Основним ізолюючим елементом в



застосовуваних конструкціях є набризкбетон. В одному з варіантів по периметру виробки розкочується металева сітка і за допомогою набризку по довжині виробки виконуються бетонні потовщення у вигляді арок. У проміжках між арками наноситься тонкий шар набризкбетону. Потім з відставанням бурять шпури в покрівлі і стінках виробки, в них встановлюються кондуктора і через них проводиться нагнітання в породний масив цементно - піщаного розчину.

Суть методу полягає в наступному. Спочатку навколо виробки утворюють область штучної тріщинуватості і таким чином розвантажують при-контурну частину масиву. Розміри цієї області визначаються розрахунком, а форма вибирається відповідно до форми поперечного перерізу виробки. Потім в розвантаженому області масиву, яка представляє собою природну будівельну конструкцію типу блокової кладки, нагнітають розчин, що скріплює окремі блоки. В результаті утворюється потужна породна конструкція, яка отримала назву «Моноліт» і виконує роль системи кріплення. Послідовність зведення кріплення «Моноліт» наступна.

Гірнична виробка проводиться під захистом кріплення опалубки, в якій передбачені напрямні отвори для буріння шпурів 2. У цих шпурах розміщуються камуфлетного заряди. Заряд ВВ вибирають таким чином, щоб забезпечити утворення тріщин, що відокремлюють розвантаженому зону від масиву 3, не допускаючи викиду порід у виробку.

Підривання ВВ поєднують в часі зі підриванням шпурів у вибої виробки, причому розміри поперечного перерізу виробки начорно роблять на 0,05-0,1 м більше її розмірів у світлі. Відстань між кріпленням-опалубкою і породним контуром заповнюється розпушеною після вибуху породою.

Для зміцнення утвореної в результаті вибуху області порід, розвантажених від напружень 4, через отвори в кріпленні - опалубка в раніше - залишилися, або знову пробурені свердловини встановлюють ін'єктори 5, з'єднані шлангами 6 з тампонажним насосом 7, і виконується нагнітання розчинів, що готуються на основі цементу, епоксидних смол, пінополіуретану, або інших спеціальних матеріалів.

Розчин, проникаючи в тріщини, заповнює їх, рухаючись з глибини масиву до контуру виробки. Після схоплювання розчину в масиві утворюється монолітна породна конструкція 8. Використання різних домішок дозволяє в широких межах змінювати властивості скріплюючого розчину (міцність, терміни схоплювання і твердіння та ін.). Витрата розчину зумовлюється обсягом тріщинуватість пустотності в розвантаженій зоні. Після початку схоплювання розчину опалубку можна знову пересунути на нову заходку, де цикл робіт повторюється.

Розрахунок техніко - економічних показників кріплення «Моноліт» підтвердив її високу ефективність. Ставлення несучої здатності кріплення до її вартості становить 0,04-0,08 МПа / руб, а у звичайних кріпленнь він не вище 0,020,03 МПа / руб. Не висока трудомісткість і матеріаломісткість, висока механізація зведення, несуча здатність, яка доходила до показнику 5 МПа і більше, обґрунтовують перспективність використання штучних порідних конструкцій для кріплення виробок.

Незважаючи на очевидну ефективність комбінованих кріпленнь, що поєднують звичайні види кріплення з штучними породними конструкціями, вони на сьогоднішній день широкого поширення у вітчизняній практиці не отримали. Причинами, що стримують широке впровадження цих конструкцій, є відсутність раціональної технології їх зведення, недостатність і неуккомплектованість засобів механізації для зміцнення порід, низькі темпи зміцнення в порівнянні з темпами спорудження виробок, а також недостатньо чітко визначені області їх ефективного застосування.

Монолітним бетоном кріплять капітальні виробки, найчастіше склепінчастої форми (коробове склепіння і прямі стіни). Товщину склепіннь при кріпленні виробок глибоких горизонтів беруть 20 – 40 см, в залежності від прольоту виробки і міцності порід. На глибоких горизонтах в монолітного бетонного кріплення виконують «пояса» піддатливості.

Основними недоліками монолітного бетонного кріплення є: слабка протидія концентрованим нерівномірним навантаженням по периметру кріплення, незначний опір розтягуючим напруженням, велика вартість і трудомісткість робіт, неможливість поєднання операцій з проведення виробок і зведення кріплення. В

даний час для механізації трудомістких процесів створені високопродуктивні бетоноукладчики різних конструкцій, які дозволяють повністю механізувати процес укладання бетону, що різко підвищує продуктивність праці по зведенню кріплення.

Всі технологічні схеми кріплення виробок бетоном розрізняються між собою в способі транспортування сумішей до місця їх укладання і способом укладання. У капітальних виробках, проведених в нестійких породах з інтенсивним проявом гірського тиску, застосовують монолітні залізобетонні кріплення. Як гнучкою арматури використовують сталь періодичного профілю діаметром від 8 до 25 мм, а в якості жорсткої арматури - спецпрофіль, двотавровий профіль № 12 - 27 або рудничні рейки.

В особливо важких гірничо - геологічних умовах, при великому бічному тиску і обдиманні підошви виробки застосовують криволінійну систему кріплення замкнутої форми. Монолітне залізобетонне кріплення має велику грузонесучу здатність  $(30 - 45) \cdot 10^4 \text{ Н / м}^2$  і добре чинить опір розтягуючим зусиллям. Однак застосування недосконалої технології зведення монолітної кріплення призводить до втрати несучої здатності. У цьому випадку збільшення грузонесучої здатності кріплення досягалося за рахунок більшої насиченості бетону арматурою. Так, металоємність окремих типів цього кріплення на 1 м виробки доходила до 1670 кг. Монолітне залізобетонне кріплення є найбільш трудомістким і дорогим. Досить сказати, що трудомісткість зведення цієї кріплення становить більше половини загальних витрат праці на утримання 1 м виробки.

Кріплення виготовляється з двотаврового профілю № 20 - 27 і заповнюється бетоном марки 150 товщиною 250 мм. Бетонні роботи проводяться на відстані 30 – 40 м від вибою виробки, що створює нормальні умови для твердіння бетону кріплення за зоною інтенсивних зсувів порід. Досвід кріплення і підтримки капітальних виробок глибоких шахт показує, що монолітні бетонні і металобетонне кріплення не деформуються тільки у виробках, закладених в породах з межею міцності на одновісний стиск  $600-105 \text{ Н / м}^2$ , тобто в тих умовах, коли замість зазначених типів можуть успішно застосовуватися менш матеріаломісткі конструкції. Спроби посилити жорстке металобетонне кріплення за

рахунок збільшення щільності установки двотаврових арок (до трьох рам на 1 м) для забезпечення стійкості виробок, проведених в слабких породах, не дали позитивних результатів[5].

Аркове піддатливе кріплення зі зворотним склепінням КПЗ-4 із заповненням зворотного склепіння цементним розчином і можливим застосуванням анкерів (рис. 1.6) призначене для тих же умов, що і кільцева, але на відміну від попередньої дозволяє скоротити площу перетину зворотного склепіння в порівнянні з кільцевих на 3-3,5 м<sup>2</sup>. Її виготовляють з профілю СВП-27, кріплення складається з верхняка, двох бічних криволінейних елементів однакової кривизни і двох криволінійних полулежнів, що з'єднуються між собою за допомогою скоб з планками і гайками або хомутів з болтами. Несуча здатність кріплення – 200 кН, піддатливість – 350 мм.

Досвід показує, що стан виробок з кільцевого піддатого кріплення з спецпрофіля в цілому незадовільно. Основними причинами низької ефективності кільцевої кріплення є недосконалість піддатливих елементів з'єднань і недостатня величина конструктивної піддатливості.

Це зауваження можна віднести до всіх замкнутим конструкцій металевих кріплень. Вони не здатні запобігти зсуву порід підпошви в силу незначної несучої здатності і невідповідності робочих характеристик кріплення формами прояву гірського тиску при спученні. Тому більшість виробок із замкнутою металевим кріпленням на практиці перекріплюють, а в подальшому боротьбу з обдиманням проводять за допомогою підривання підпошви.

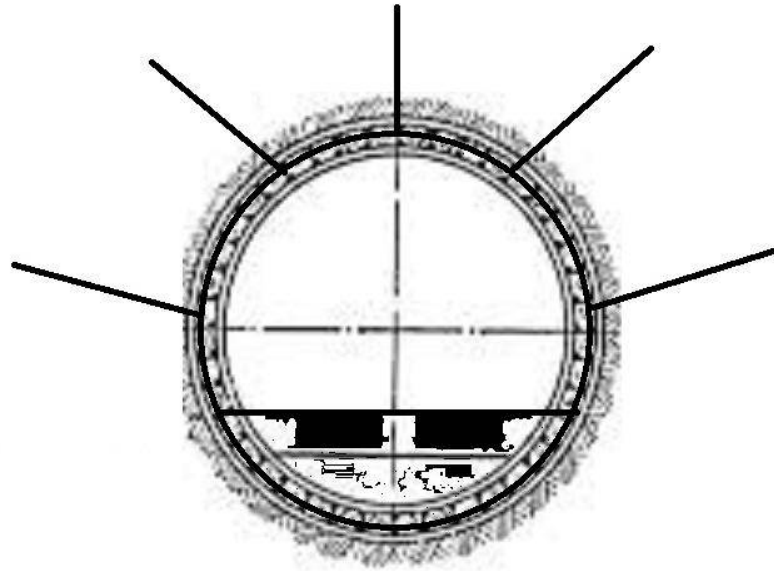


Рис.1.6. Кільцева система кріплення з анкерами

Цим в основному і пояснюється малий обсяг застосування замкнених конструкцій кріплення. Підвищення несучої здатності кріплення за рахунок збільшення витрати матеріалів веде до ще більшого зростання вартості кріплення, зниження швидкості проведення виробок. Досвід показує, що навіть найпотужніші склепіння недостатні для запобігання обдимання, особливо в складних гірничо-геологічних умовах.

У зв'язку з цим для підвищення стійкості виробки і боротьби з обдиманням порід підосви необхідно застосовувати спеціальні способи управління деформацією масиву. А саме такі як формування зворотного склепіння в плоску поверхню переливаючись зворотний звід бетонної сумішшю, з подальшим тампонажем закріпного простору, так само для підвищення несучої здатності можливе застосування анкерів з полімерними смолами що підвищить стійкість і несучу здатність безпосередньо кріплення. У свою чергу, це все значно вплине на доцільність даного методу, а також збільшить економічну вартість зведення даної системи кріплення[7].

Одним з найбільш ефективних рішень для розглянутих умов є застосування арочної податливою кріплення зі зворотним склепінням.

Збільшення радіусу кривизни зворотного склепіння цього типу кріплення, в порівнянні з кільцевої кріпленням, дозволяє зменшити висоту виробки і

величину підривання в підшві для установки 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 виробки.

Кріплення КШПУ зі зворотним склепінням (рис. 1.7) має велику ширину на рівні підшви, що значно знижує стійкість порід підшви, роботу якої можна представити у вигляді грузонесучої породної балки. Кріплення КШПУ ближче до форми кільцевого 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. 1.8.), що дозволяє зменшити довжину лежня ще на 0.7 ... 0.8 м. При цьому довжина нахлеста профілів чобітка і лежня в сполучному вузлі становить 400 мм (рис. 1.9.).

Міцність чобітка в місці зварювального з'єднання його відрізків можна підвищити, використовуючи просте технічне рішення без додаткових матеріальних витрат, як показано на рис. 1.7.

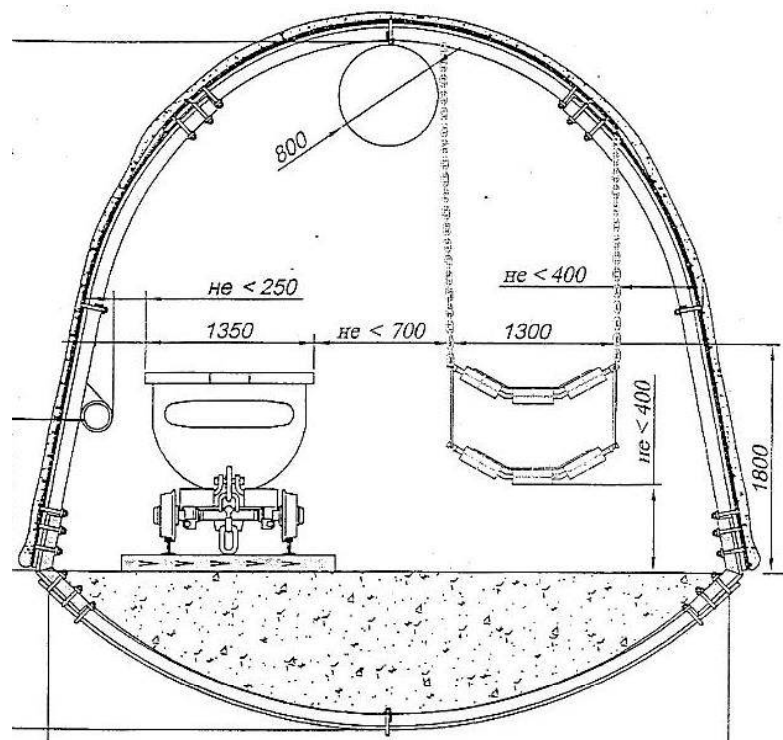


Рис. 1.7. Переріз виробки з кріпленням КШПУ зі зворотним склепінням

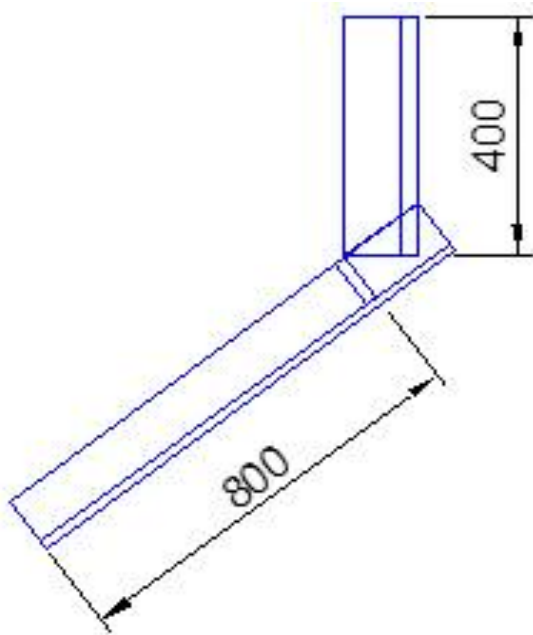


Рис. 1.8. Чобіток для встановлення зворотного склепіння

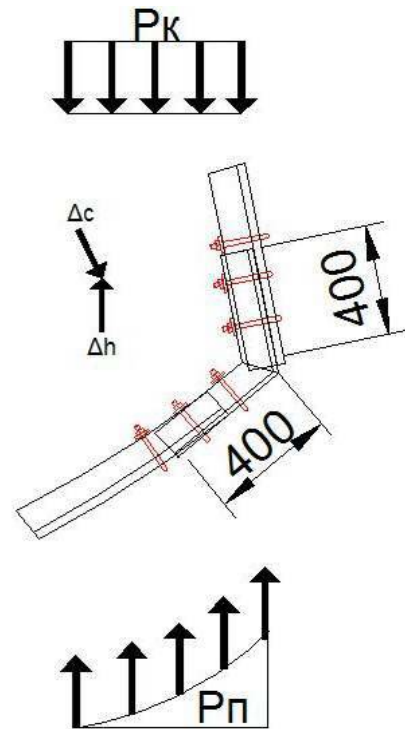


Рис. 1.9. Механізм роботи вузла піддатливості зворотного склепіння кріплення КШПУ

Для підвищення стійкості зворотного склепіння елементи довжини відрізків повинні бути нерівномірними, а вузли з'єднання повинні бути встановлені в шаховому порядку, тобто не в створі. В ідеальному випадку лежень повинен бути нерозрізним. Порядок монтажу зворотного склепіння і внутрішньої кріплення повинні визначатися паспортом кріплення і в залежності від зміни гірничо-геологічних умов[11].

**Спосіб заморожування порід при проходженні виробок.** Заморожування порід, здійснюване з земної поверхні або з підземних виробок, ефективно при проходці тунелів метрополітенів, колекторів різного призначення, гірських виробок на шахтах і рудниках, водонасичені піски і пливуни яких погано піддаються тампонування.

Заморожувати свердловинами з поверхні створюють льодогрунтового огорожу навколо виробки за допомогою вертикальних або похилих свердловин.

Вертикальні свердловини застосовують в тих випадках, коли буріння можливо безпосередньо над тунелем. При розташуванні над трасою на поверхні різних об'єктів свердловинах надають певні напрямки з метою обійти перешкоди на поверхні.

Ці способи економічно виправдані при значній протяжності заморожуються ділянок порід і порівняно невеликій їх глибині. На шахтах трапляються обмежені ділянки обводнених пісків з пливунів властивостями, за якими зведення горизонтальних виробок звичайними методами надзвичайно ускладнене. Технологія заморожування порід із забою при проведенні виробки перерізом у світлі 12 м<sup>2</sup> в проходці 14,5 м<sup>2</sup>.

При підході виробки до небезпечної ділянки залишають бар'єрний цілик не менше 4-5 м. Забій перекривають бетонною перемичкою, заглиблюється в боки і підшву виробки. При стійких породах в забої може встановлюватися дерев'яна перемичка товщиною 1,5 м з розкріпленням її по периметру виробки. У перемичку закладають кондуктора з відрізків труб довжиною 2 м і діаметром 89 мм і на них надягають превентори.

Для глибини 70 м товщина ледопорідної огорожі складе 1 м. Виходячи з цього відстань між кондукторами 1 приймають 0,6-0,8 м.

Свердловини бурять по всьому периметру за межі проектного контуру під кутом 4° до напрямку виробки. Таким чином, щоб на кінцевій глибині заморожування колонки розходилися в зовнішню сторону і виходили за межі поперечного перерізу (розходиться віяло).

Буріння виробляють верстатом НКР-100МВП з бурильної колонкою діаметром 63,5 мм, яка в подальшому використовується в якості заморожувати труби. Пробурені свердловини обпресовують під тиском 1 МПа і підключають живлять труби діаметром 26,8 мм.

Фреонова підземна заморожуюча станція для виконання робіт по заморожуванню. Компресорно-конденсаторний агрегат АК-АУУ190 / 1 включає компресор, електродвигун, конденсатор і прилади автоматичного захисту та контролю.



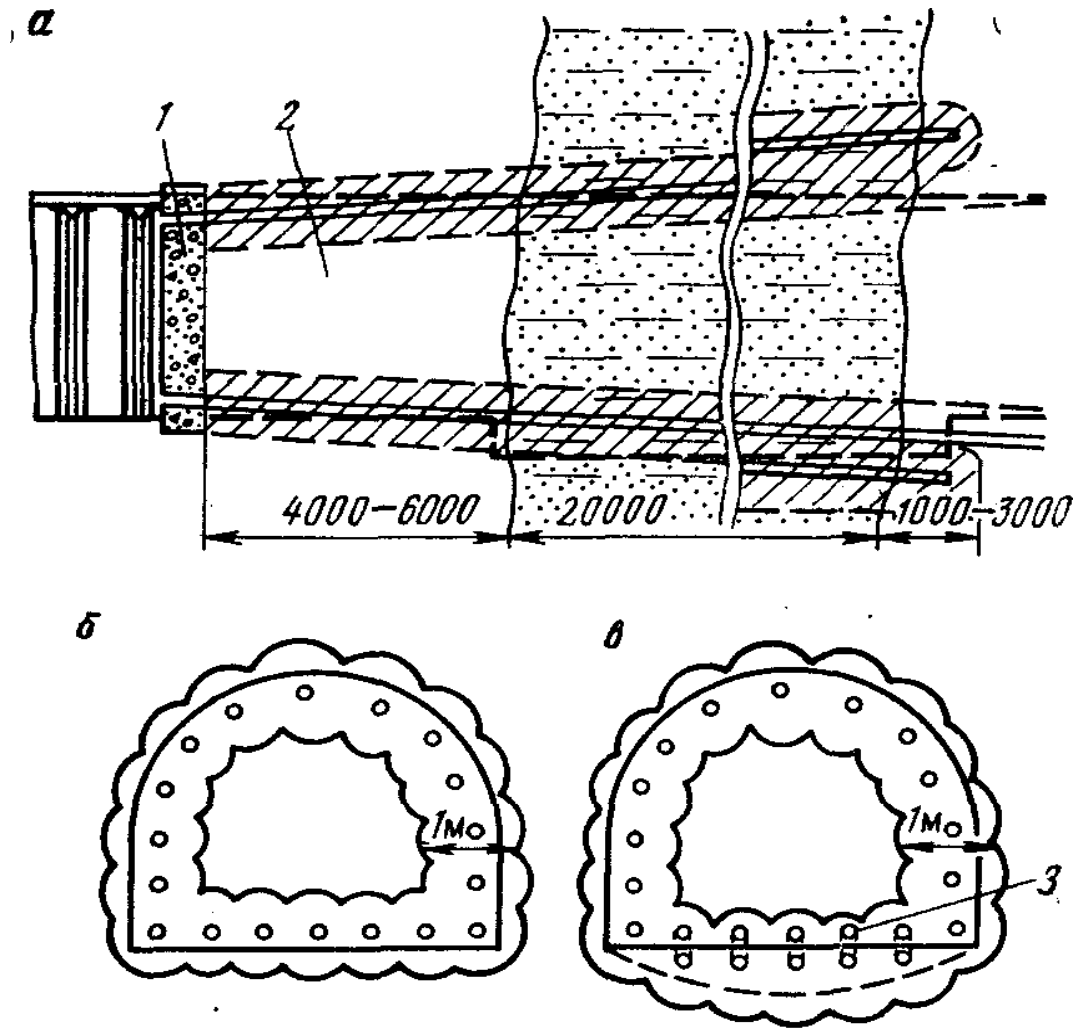


Рис. 1.10. Схема заморожування порід в горизонтальній виробці:

а) розташування заморожуючих свердловин по довжині ділянки водонасичених порід; б), в) розташування заморожують свердловин у виробленні відповідно без зворотного і з зворотним склепінням; 1 - бетонна перемичка; 2 - бар'єрний цілик; 3 - заморожують свердловини

Випарно-регулюючий агрегат АІР-180 А складається з випарника і теплообмінника з автоматичної регулюючої станцією. Насосні агрегати ЗХ0-9 продуктивністю 45 м<sup>3</sup> / год мають насоси для перекачки фреону-30, що застосовується в якості холодоносія замість водного розчину хлористого кальцію і електродвигуни у вибухобезпечному виконанні. Як хладагенту застосовується Фреон 22, що дозволяє отримати температуру хладагента на виході з випарника до 35<sup>0</sup>С, що забезпечує скорочення тривалості заморожування в 1,5-2 рази.

Застосовуваний в заморожуючій станції фреон-30 володіє низькою температурою замерзання ( $-96^{\circ}\text{C}$ ), не взаємодіє з льодом і металом, що забезпечує безаварійність процесу заморожування, а його низька в'язкість створює турбулентний режим руху по трубах і тим самим обумовлює зниження витрат електроенергії на циркуляцію фреону.

Тривалість заморожування становить 30 діб. Товщина стінки льодопородної огорожі 11,3 м. Льодоводопородна огорожа захоплює приконтурну зону всередині виробки, основна ж його частина знаходиться за межами проектного перерізу.

Гірничо - прохідницькі роботи замороженої зоні ведуться по закінченню активного періоду заморожування. Щоб уникнути порушення льодопородної загорожі, руйнування породи ведуть відбійними молотками. Вибухові роботи можуть застосовуватися тільки у виняткових випадках при обмеженому числі шпурів і зарядів на основі оцінки фактичної товщини льодопородної огорожі, фізико-механічних характеристик заморожених порід і параметрів буропідричних робіт в аналогічних умовах. Для виключення прориву або просочування пливуну в виробки після відтавання заморожених порід застосовується замкнута кріплення - дві рами на 1 м з СВП - 27 в бетоні М150, причому особлива увага повинна бути звернена на якість бетонних робіт.

Заморожують колонки в підшві виробки в період проведення вирізаються, а в покрівлі - залишаються до повного проходження замороженого ділянки. Проведення виробки здійснюють у дві фази.

В першу фазу виробки проходять повним перетином з виїмкою породи в зворотному зводі, відразу на довжину замороженого ділянки. Породу занурюють машиною ППМ-4Е в вагонетки ВГ-2,3, відкатку яких виробляють лебідкою ЛВД-13, встановленої в раніше пройденій виробленні. Виїмку породи проводять на величину догляду не більше 1 м і встановлюють дві арки кріплення без зворотного склепіння із затягуванням боків і покрівлі.

У другу фазу споруджують зворотне склепіння і зводять бетонну кріплення. Тимчасовий шлях знімають і укладають металеві сегменти спецпрофіля в зворотний звід. Встановлюють опалубку по всьому перетину і укладають

бетонну суміш. По закінченню бетонування і зняття опалубки засипають зворотний звід, укладають ж / б лотки водовідвідної канавки і настиляють постійний рейковий шлях [17].

**Тампонаж гірських порід через свердловини, пробурені з поверхні [24].**

При водоподавленні з поверхні комплексний метод тампонажу передбачає буріння похило-спрямованих тампонажних свердловин за контуром стовбура (рис. 1.11.). Застосування таких свердловин дозволяє, з одного боку, збільшити число підсічених крутих тріщин, а з іншого, отримати значний вигреш у часі завдяки поєднанню тампонажу з роботами по оснащенню стовбура прохідницьким обладнанням. Найбільш раціонально буріння свердловин виробляти з природним викривленням, що залежать від кутів падіння гірських порід.

Тампонаж із забою водоносних горизонтів з крутими або похилими тріщинами передбачає буріння свердловин за схемою. У гірських породах з рівномірною тріщинуватістю свердловини збурюються так, щоб в плані вони склали деякий кут з напрямком по нормалі до окружності стовбура. При горизонтальному заляганні тріщин свердловинах надають деякий зенітний кут, або їх бурять вертикально. Тампонаж гірських порід здійснюють окремими заходками, глибина яких зазвичай обумовлена потужністю водоносного горизонту. Для попередження прориву напірних підземних вод в забій стовбура роботи ведуть під захистом породного цілика, або товщі за тампонованих порід. При застосуванні технологічних схем глінізації гірських порід її поділяють на попередню і наступну.

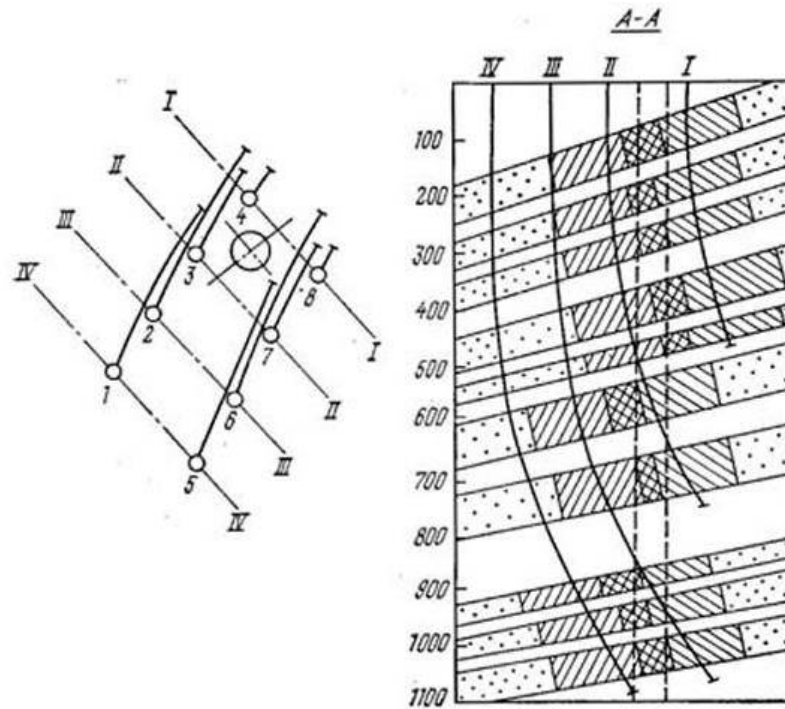


Рис. 1.11.Схема тампонажних свердловин [24]

Попередню глінізацію здійснюють нагнітанням в масив гірських порід глинистого розчину з густиною 1100-1600 кг / м<sup>3</sup> під тиском до 4 МПа через групу свердловин. Глінізація рекомендується завершувати обпресуванням свердловин цементним розчином. Технологія буріння свердловин і нагнітання в них глинистого розчину в принципі не відрізняється від технології попередньої цементації, подальша глінізація- призначена для тампонажу закріплюючого простору. Як тампонажного матеріалу використовують натрієві і кальцієві бентоніти. Нагнітання розчину бентонітової глини в закріпний простір виробляють через тампонажні трубки, що встановлюються в кріплення на ділянках, що підлягають тампонажу, і наявні в шаховому порядку на відстані 2 – 3 м одна від одної. Нагнітання розчину виробляють по циркуляційному способу плунжерними насосами з постійним тиском, розрахованим з урахуванням міцності. При застосуванні технологічних схем бітумізації гірських порід її поділяють на гарячу та холодну.

Гаряча бітумізація полягає в нагнітанні розплавленого бітуму через свердловини. Бітумізацію виробляють по циклу: буріння свердловин - монтаж обладнання свердловин - приготування і нагнітання бітуму. Технологія буріння свердловин при бітумізації гірських порід і бурове обладнання такі ж, як і при

цементациї. Свердловини бурять на відстані 0,75-3 м одна від одної в залежності від параметрів тріщинуватості порід, консистенції бітуму і величини тиску. Бітум в свердловину нагнітають під тиском до 7 МПа.

Холодну бітумізація здійснюють нагнітанням бітумних емульсій. Перед нагнітанням бітумну емульсію розбавляють до в'язкості води через систему ін'єкторів, або в водонасичені піски. Свердловини бурять на відстані 0,5 – 1 м одна від одної в дрібнозернистих пісках, 0,75 - 1,5 м - в середньозернистих пісках і 1, 25 – 2 м - в крупнозернистих пісках. Витрата бітумної емульсин при холодній бітумізації пісків складає 150 – 200 кг на 1 м<sup>3</sup> підошви.

**Устаткування для тампонажних робіт.** Приготування цементних розчинів виробляють механічним або вакуумно-гідравлічним способом. Для приготування невеликих обсягів цементних розчинів застосовують механічний спосіб, для приготування значних обсягів - вакуумно-гідравлічний спосіб. Приготування невеликих обсягів цементних розчинів виробляють за допомогою лопатевих і турбулентних розчинозмішувачів, високооборотних пропелерних і турбінних розчинозмішувачів. Технічна характеристика деяких з них наведена нижче, на (рис. 1.12.).

Для приготування великих обсягів цементних розчинів використовують установку, схема якої показана на (рис. 1.13.). Цемент зі складу через бункер шнеком подають на сито і потім в дозатор. Цементний розчин готують в змішувачі і подають по трубопроводу до насоса. Для транспортування сухих цементів до ділянки виробництва робіт і механізованого приготування невеликих обсягів цементних розчинів використовують самохідні цементно-змішувальні машини 1см-10, 1СМР-20, БМП-20, СМ-4М і змішувальні агрегати 1ЛС-20 і 2АС-20. Для доставки цементу і його завантаження в бункери цементозмішувачих машин, або в складські ємності використовують автоцементовози С-386 і С-386А, забезпечені аераційно-пневматичною системою розвантаження.

Тип растворителя и растворомешалки . . . . .	Лопастные ЛВМ—350	Турбулентные СБ—120	Пропеллерные СМ—242
Вместимость, м <sup>3</sup> . . . . .	0,35	1,2	< 1
Частота вращения смесителя, мин <sup>-1</sup> . . . . .	56	320	300
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	1	2,8	1
Тип растворителя и растворомешалки . . . . .	Пропеллерные СМ—243	Турбинные РМ—500	Турбинные РМ—750
Вместимость, м <sup>3</sup> . . . . .	< 4	0,5	0,75
Частота вращения смесителя, мин <sup>-1</sup> . . . . .	250	500	570
Мощность электродвигателя, кВт . . . . .	2,8	4,5	7

Рис. 1.12. Технічна характеристика розчинозмішувачів [24]

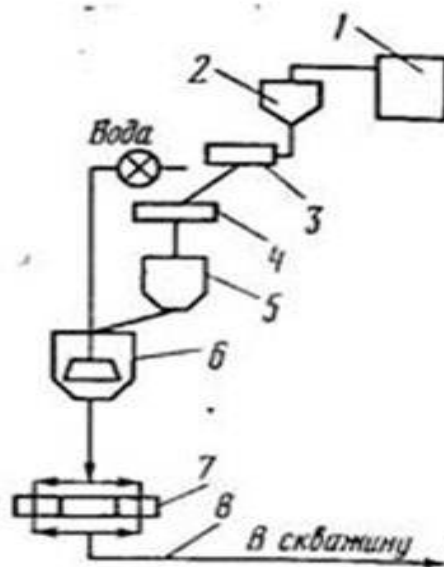


Рис. 1.13. Схема установки для виготовлення цементних розчинів: 1 – це-ментаційний бункер; 2 – склад цементу; 3 – шнековий пристрій; 4 – сито; 5 – дозатор цементу; 6 – змішувач; 7 – насос; 8 – трубопровід [24]

**Нагнітання цементних розчинів.** В обводненні породи виробляють поршне-ними, або плунжерними насосами. Технічна характеристика горизонтальних поршневих двоциліндрових насосів подвійної дії приведена нижче на (рис. 1.14.).

Тип поршневого насоса	НБ — 32	НГр—250/50	9Гр	9МГР	9Т
Подача, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	32	15	10,63	23; 35; 48; 60	8—62
Максимальное давление, МПа . . . . .	4	5	8	16; 10; 7,5	40
Диаметр цилиндров (сменных втулок), мм	90; 100; 110	85	100; 127	80; 90; 100; 116; 127	100; 115; 127
Мощность привода, кВт . . . . .	25	22	60	100	133
Внутренний диаметр патрубка, мм:					
всасывающего . . . . .	113	75	100	100	100
нагнетательного . . . . .	50	38	50	50	50
Максимальная высота всасывания, м . . . . .	3	5	5	5	5

Рис. 1.14. Технічна характеристика горизонтальних поршневих двоциліндрових насосів подвійної дії [24]

Технічна характеристика горизонтальних плунжерних насосів подвійної дії приведена нижче на (рис. 1.15.).

Тип плунжерного насоса . . .	НГП—1	2НБ—7Э	НБ—60/40	НБ—11Э
Подача, м <sup>3</sup> /ч . . . . .	1,5	2,1	1,8—3,6	2,4—7,5
Максимальное давление, МПа	1,5	2	4—2	4—2
Диаметр цилиндра, мм . . . .	50	28	45	45
Мощность привода, кВт . . . .	2,1	1,7	3,0	5,5
Внутренний диаметр патрубка, мм:				
всасывающего . . . . .	30	38	50	50
нагнетательного . . . . .	25	25	32	32
Максимальная высота всаса, м . . . . .	5	5	5	5

Рис. 1.15. Технічна характеристика горизонтальних плунжерних насосів подвійної дії [24]

При цементациі водоносних горизонтів з поверхні іноді застосовують самохідні цементувальні агрегати 2ЦА - 400А або 4ЦА - 100. Для цементування свердловин у важкодоступних районах розроблений комплект обладнання, що складається з цементувальних агрегату, цементовозів і блоку змішувача. Цементувальні агрегати цього типу відрізняються один від одного транспортними базами і способами доставки до місця робіт. Їх монтують на рамі (5ЦА-320) для транспортування на зовнішній підвісці вертольота, на санях (5ЦА-320С) - тягачем, на причепі є болотними гусеницями (5ЦА-320ГБ) - болотним трактором С-100Б. Для виробництва цементацийних робіт з поверхні або із забою стовбурів

застосовують різні комплекси спеціального обладнання, технічна характеристика яких приведена нижче на (рис. 1.16.).

Тип обладнання . . .	КЦТ—1м	КЦЗ—2м	КЦ—5	КЦ—10
Тип бурового станка . . .	КЦМ—4	НКР—100м	ЗИФ—300м	ЗИФ—650А
Глибина бурення, м . . .	18	40	300	650
Смесительное устройство . . . . .	Нет	Нет	С—753	КЦС—10
Цементировочный агрегат . . . . .	—	—	ЦА—320М	КЦН—10
Тип основного насоса .	ЗИФ—200/40	НГр—250/50	9Т	9МГр
Подача насоса, м <sup>3</sup> /мин	0,25	0,25	0,138—1,37	0,167—0,87
Максимальное давление, МПа . . . . .	4	5	32	16
Тип оборудования . . .	КЦП—1	КЦП—2	КЦП—2м	
Тип бурового станка . . .	УБР—ЗАМ	ЗИФ—650А	ЗИФ—650А	
Глибина бурення, м . . .	500	650	650	
Смесительное устройство . . . . .	УС6—30	УС6—30	С—753	
Цементировочный агрегат . . . . .	ЦА—320М	ЦА—320М	ЦА—320М	
Тип основного насоса .	9Т	9Т	9Т	
Подача насоса, м <sup>3</sup> /мин	0,138—1,37	0,138—1,37	0,138—1,37	
Максимальное давление, МПа . . . . .	32	32	32	

Рис. 1.16. Характеристика комплексів спеціального обладнання [24]

**Устаткування для приготування і нагнітання розчинів, що застосовуються в комплексному методі тампонажу.** Досвід виробництва тампонажних робіт з комплексного методу показав, що ізоляція водоносних порід при проходці стовбурів пов'язана з великою витратою тампонажних матеріалів.

У зв'язку з цим у районі об'єкта тампонажних робіт передбачають будівництво комплексу для приготування вихідних глинистих розчинів, що представляє собою кранову естакаду відкритого або закритого типу, що вміщає до 500 т глини і обладнану кран-балкою з тельфером і пневмогрейфером для механізованого завантаження глини в фрезерно-струменеві млини; цех з приготування глинистого розчину - будівля збірно-розбірного типу, в якому встановлені фрезерно-струменеві млини ФСМ-9, апаратура, шламові насоси 6Ш-8, бункери-накопичувачі об'ємом 300 м<sup>3</sup> із бетону для технічної води і готового глинистого розчину (рис. 1.17).



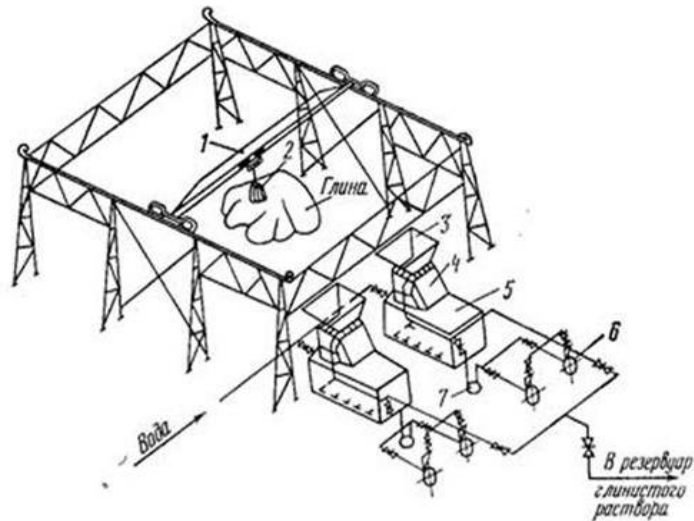


Рис. 1.17. Технологічна схема приготування глинистого розчину: 1 - кран - балка; 2 - грейфер; 3 - воронка фрезерно- струменевого млина; 4 - млин ФСМ; 5 - проміжна ємність; 6 - шламовий насос; 7 – дезинтегратор [24]

Приготування тампонажного розчину здійснюють введенням цементу і реагентів – структуроутворювачів у вихідний глинистий розчин (рис. 1.18). Спочатку за допомогою цементно - змішувальної машини УС6-30 готують суміш глинистого розчину з цементом, яка потім зі спеціальної проміжної ємності всмоктується насосом 9Т цементувальних агрегату УА-320 м. Силікат натрію при цьому зі спеціальної ємності насосом вводять в необхідній кількості безпосередньо в колектор насоса 9Т.

Не встигаючи прореагувати з силікатом натрію, розчин легко всмоктується насосом і нагнітається в маніфольдну лінію, де і відбувається його повне перемішування. Нагнітання глиноцементних розчинів з поверхні в водоносні горизонти при спорудженні шахтних стволів здійснюють за допомогою цементувальних агрегатів ЦА-320м.

Комплект обладнання для виробництва тампонажних робіт з комплексного методу складається з двох агрегатів ЦА-320м, двох змішувальних машин УС6-30, станції контролю цементування СКЦ-2М в парі з маніфольдним блоком 2БМ-700, двох насосів 9МГр і двох шестерних насосів для подачі структуроутворювача. На (рис. 1.19) показана принципова схема розташування тампонажного обладнання.

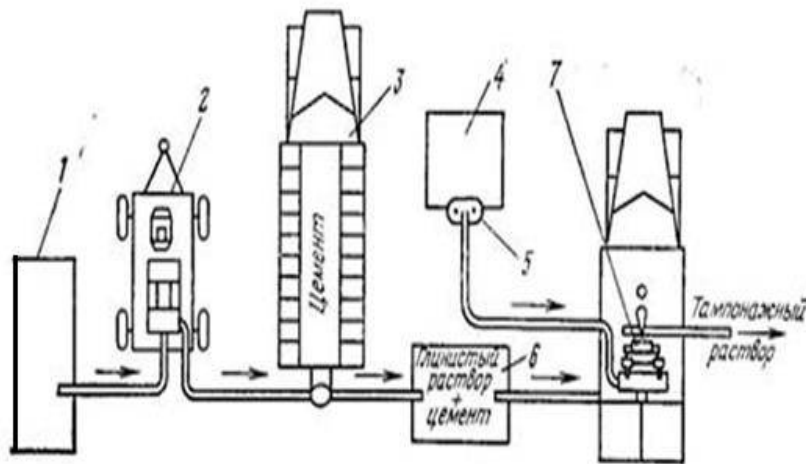


Рис. 1.18. Схема виготовлення глино - цементних тампонажних розчинів: 1 – ємність-накопичувач глинистого розчину; 2 – насос; 3 – змішувальна машина; 4 – ємність зі структуроутворювачем; 5 – насос для подачі структуроутворювача; 6 ємність; 7- тампонажний насос [24]

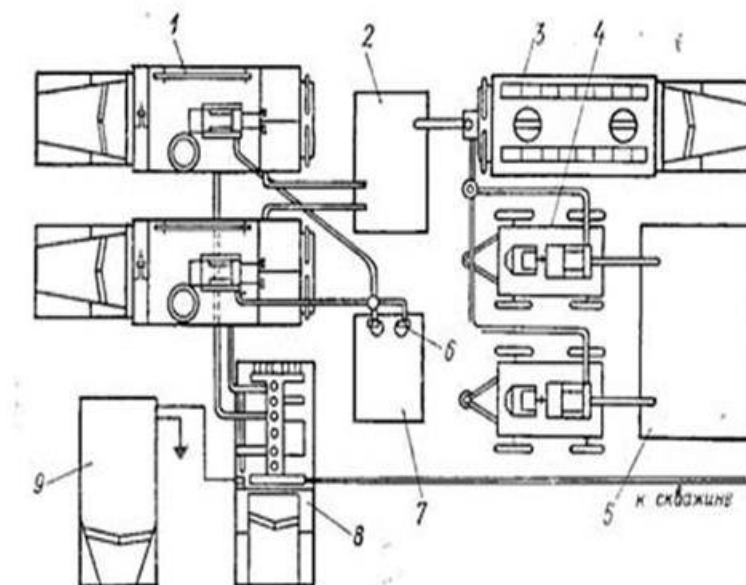


Рис. 1.19. Схема розташування комплексу тампонажного обладнання: 1 – агрегат ЦА-320м; 2 – ємність; 3-змішувальна машина УСБ-30; 4 – насос 9МГр; 5 ємність-накопичувач глинистого розчину; 6 – насос; 7- ємність зі структуроутворювачем; 8 - маніфольдний блок МБ-700; 9-лабораторна станція СКЦ-2М [24]

Властивості цементного розчину залежать від багатьох факторів, основними з яких є хіміко-мінералогічний склад, якість, кількість і природа наповнювачів, водо-цементне відношення, режим перемішування, температура і тиск нагнітання. Якість водоізоляції порід визначається седиментаційною стійкістю розчину, його водоотдачей, текучістю, зміною міцності структури в часі, термінами схоплювання, тривалістю згущення, механічною міцністю цементного каменю, його проникністю і об'ємними змінами.

Регулювання властивостей цементного розчину виробляють шляхом введення реагентів - прискорювачів схоплювання ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ) в кількості 2-3 % і реагентів - сповільнювачів - КМЦ, ССБ, гіпану. Залежно від гідрологічних і гідрохімічних умов для цементної застосовують портландцемент, шлако - портландцемент, глиноземистий цемент, пуцолановий портландцемент, сульфатостійкий портландцемент, тампонажний цемент. Цементну тріщинуватих порід виконують простими розчинами.

Складні розчини (цементно-піщаний, цементно - суглинний, цементно-піщано-суглинний) застосовують для ізоляції великих тріщин, каверн і порожнин. З метою зменшення витрат цементу і зниження вартості виробництва тампонажних робіт розробили розчини, в яких передбачається заміна від 30 до 70% цементу горілої породою в залежності від конкретних умов і виду тампонажних робіт. каверн і порожнин.

Набули широкого поширення при виконанні гідроізоляційних робіт на споруджуваних і реконструйованих шахтах. Ці розчини являють собою високо консистентні стабільні системи, до складу яких входить каолінітовій чи гідрослюдистої глина (23-26 %), в'язке (10-12 %), структуроутворювачі (1-1,2 %) і рідина замішування [22].

**Тюбінгове кріплення.** Для виробок круглого і аркового перетинів застосовують також тюбінгове кріплення. Кожен типорозмір тюбінгу є відрізком дуги, вписується в коло того чи іншого діаметра виробки.

Якщо рамні мають масу 100-120 кг і зводяться вручну, то суцільні - тюбінгове - 200-500 кг і для їх зведення застосовують різні установки для кріплення.

Системи КТАГ та ГТК відрізняються розмірами і масою. Площа перерізу виробки в просвіті від 8 до 26 м<sup>2</sup>. Дев'ять типорозмірів тюбінгів. Зводять кріплення з низу до верху, укладаючи тюбінги і розклинюванням їх тимчасовими розпирками. Після укладання останнього замкового тюбінгу арку забутовують рівномірно з двох сторін, а розпирки видаляють [24]. Типова схема тюбінгового кріплення представлена на (рис. 1.20.).

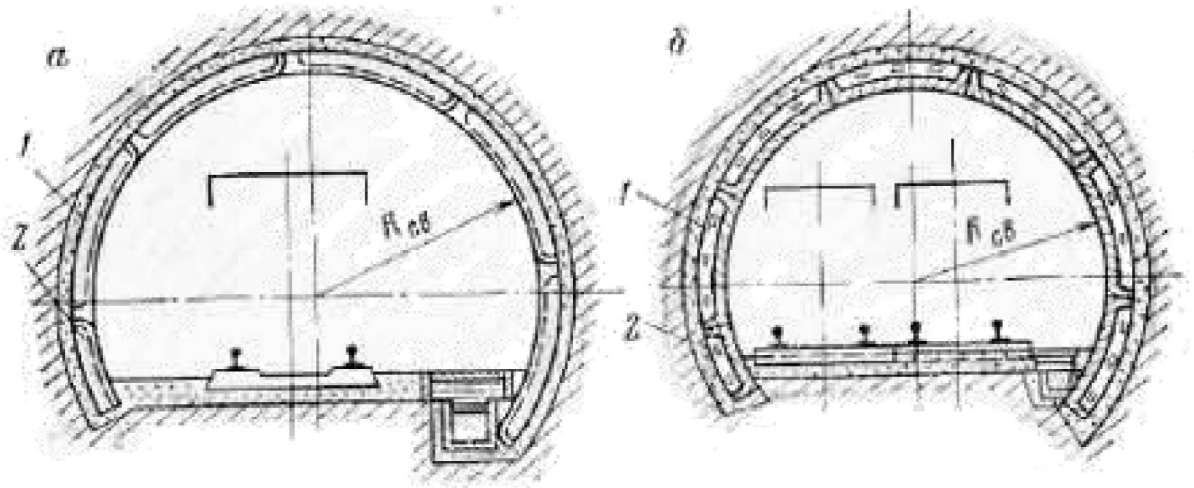


Рис. 1.20. Схеми тюбінгового кріплення: а) КТАГ – великорозмірна тюбінгова аркова гладка; б) ГТК –гладкостінне тюбінгове кріплення

#### 1.4. Мета, завдання та методи дослідження

**Мета роботи** полягає в геомеханічному обґрунтуванні таких параметрів комбінованої системи кріплення капітальних виробок, за яких можлива економічно доцільна їх експлуатація в заданих складних гірничо - геологічних умовах з можливістю подолання геологічного порушення та подальшої експлуатації виробки без проведення ремонтних робіт, або ж зведення обсягів ремонтів до мінімального рівня.

#### **Основні завдання досліджень:**

- виконати аналіз джерел інформації в області способів забезпечення стійкості капітальних виробок в геологічних порушеннях і складних гірничо - геологічних умовах;

- виконати аналітичні дослідження напружено-деформованого стану породного масиву навколо геомеханічної системи «послаблений складноструктурний породний масив-капітальна виробка-кріплення»;

- за результатами чисельного моделювання означеної геомеханічної системи обґрунтувати раціональні параметри систем комбінованого кріплення;

- здійснити техніко-економічне обґрунтування найбільш раціональної конструкції комбінованого кріплення.

**Методи досліджень.** Поставлена в роботі мета досягнута шляхом застосування комплексного методичного підходу, що включає узагальнення інформації та виробничого досвіду в області геомеханіки складних технічних систем, використання чисельних методів, зокрема, методу скінченних елементів (МСЕ), аналізу отриманих даних, обробки існуючих типів багат шарових кріплень в складно гірничо - геологічних умовах.

## Висновки

1. Виконаний аналіз існуючої літератури по виробках в складних гірничо - геологічних умовах з багат шаровою системою кріплення, з групою ризиків, в зонах геологічного порушення.

2. Розглянуті багат шарові системи кріплення капітальних гірничих виробок в небезпечних гірничо – геологічних умовах , опрацьовано джерела і низку статей на данні теми.

3. Виконана вибірка багат шарових систем кріплення, що підходять під досліджуваний об'єкт для подальшого розгляду їх шляхом моделювання.

4. Сформульовано мету роботи, поставлені задачі досліджень та обґрунтовані методи вирішення поставлених задач.

## РОЗДІЛ 2

### ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИДУ КРІПЛЕННЯ КАПІТАЛЬНОЇ ВИРОБКИ НА ЧИСЕЛЬНИХ МОДЕЛЯХ

#### 2.1. Обґрунтування методу, моделі та програмного забезпечення

Зараз широке використання моделювання присутнє в інженерній роботі, та й загально розповсюджений у багатьох сферах діяльності людини.

Моделювання як метод дослідження має на меті відтворення на моделі процесу, наближеного до того, який відбувається в реальних умовах.

Модель - це проект, інформаційне, натурно - матеріальне чи описова-макетного уявлень об'єкт або явище, що є однаковою чи спрощений версією модельованого об'єкта, проекту чи явища (прототипу). Системологія поняття моделі розглядає як етап алгоритму системогенезу, що передусє як проект, інформаційно-програмний прототип матеріальному втіленню повномасштабного організму об'єкт-системи. На основі фізичної моделі створюється математична модель. Один и той самий об'єкт, який може бути описаний за допомогою пружної та пружно-пластичної, дискретної та безперервної, детермінованої та стохастичної, а також інших моделей. Різноманітність моделей одного й того ж об'єкту дозволяє розглянути його з різних точок зору, відокремлюючи та підкреслюючи цікаві параметрами, що досліджують. Такий підхід дозволяє отримати досить різносторонні дані про об'єкт и збільшити їх достовірність. Для побудови моделей все частіше стали використовувати у геомеханіці для демонстрації геомеханічних процесів.

Метод чисельного моделювання базується на чисельному рішенні інтегральних та диференціальних рівнянь за допомогою обчислювального обладнання. При математичному моделюванні неоднорідне середовище розбивається на частини, розмір яких чим менше, тим вище точність апроксимації.

Найчастіше для дослідження породного масиву використовують методи кінцевих (МКЕ) и граничних (МГЕ) елементів. У даний час чисельний метод дискретних елементів (МДС), ще не отримав наразі широкого розповсюдження в практиці геомеханічних явищ, та процесів.

**Метод дискретних елементів** (МДЕ) (в англійському варіанті: "The distinct element method" - метод видимих (відмітних) елементів), розроблений доктором Г. Кундаллом в 1978 році.

Він базується на двох фундаментальних законах фізики - другому законі Ньютона і закон пружних деформацій Гука.

Ділянкою застосування МДЕ є ґрунти, основи і фундаменти; породні масиви, що мають складну структуру; механічні системи зі звільнючимися зв'язками; нелінійні динамічні процеси, для яких він найбільш ефективний; хіміко-фізичні процеси (наприклад, рух колоїдної рідини); процеси збагачення корисних копалин методом флотації в важких середовищах і багато іншого. Суть МДЕ стосовно до моделювання складно структурних породних масивів, що містять штучні порожнини (виробітку), полягає в наступному. Реальний породний масив в моделі замінюється дискретними елементами, які, в принципі, можуть мати будь-яку форму, і краще, якщо вона буде близька до контурів елементів структури масиву. Однак, по ряду причин, найважливішою з яких є простота створення математичної моделі дискретної середовища

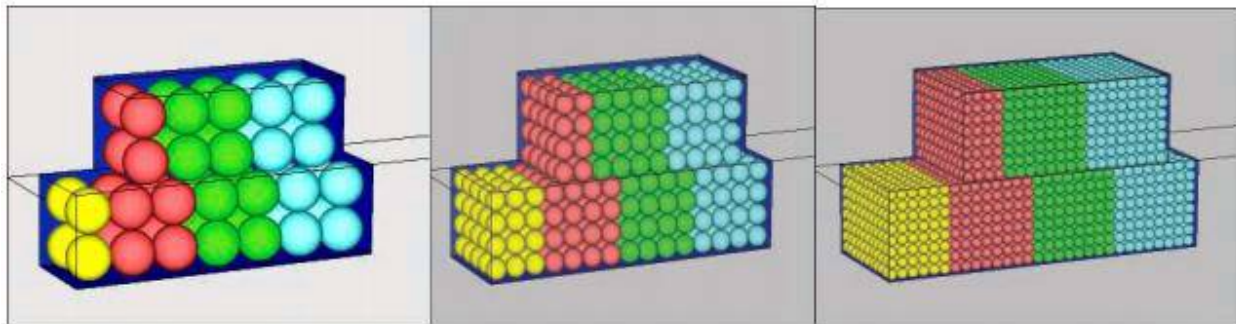


Рис. 2.1. Геометрична модель породного середовища при різних розмірах дискретних елементів

Як показано на рисунку, модель суцільного або сипучого (дискретного) середовища, як правило, являє собою кінцеве число попарно паралельних площин, які, перетинаючись, відокремлюють деякий замкнутий простір, в якому розміщені кулі - дискретні елементи.

Кулі взаємодіють між собою і з обмежуючими площинами за допомогою сил тертя і дисипативних сил, а також, і це головне, за допомогою недосконалих вивільняються зв'язків, які протидіють їх взаємопроникненню. Якщо інших зв'язків немає, то кулі імітують сипучу середу.

Кулі можуть бути також «склеєні» між собою і стінами за допомогою таких неідеальних не звільняє зв'язків, які не тільки перешкоджають їх взаємопроникненню, але також розбіганню і обертанню. У цьому випадку розглянута механічна система імітує суцільний масив. Як тільки реакції в не звільняє зв'язках перевищують певний межа, вони ліквідуються як зруйновані і тоді вже система куль і площин імітує зруйнований масив, який складається з незв'язаних між собою частинок і, можливо, сипучого матеріалу між ними.

Результатом розрахунків на основі методу дискретних елементів є отримання загальної картини напружено-деформованого стану розглянутого породного масиву з визначенням величин головних напружень, осідань (переміщень) і деформацій, викликаних утворенням в суцільному середовищі порожнини заданих розмірів. Відмінною особливістю даного методу, по відношенню до викладеним вище методам кінцевих і граничних елементів, які можна застосувати тільки в разі моделювання суцільних середовищ, є можливість опису нелінійних динамічних процесів, що виникають в деформується породному масиві, що містить порожнини і ділянки зруйнованих гірських порід.

Метод передбачає досить високі вимоги до технічної бази при його реалізації. Для обробки великих масивів даних і вирішення реальних завдань необхідні високу швидкодію комп'ютера і великий обсяг оперативної пам'яті [21].

**Метод кінцевих елементів** – чисельний метод розв'язання диференційних рівнянь з приватними похідними, а також інтегральними рівняннями, що виникають при вирішенні завдання прикладної фізики. Метод використовується для вирішення задач геомеханіки на кафедрі будівництва, геотехніки та геомеханіки. Дуже чітко і лаконічно метод представлений у дисертації Логунової О.О. Метод кінцевих елементів дозволяє розглядати напруги та переміщення в неоднорідних середовищах, дослідити, наприклад, взаємодія кріплення з приконтурним породним масивом, враховуючи при цьому реальну форму досліджуваної ділянки і



деформаційні показники кріплення і масиву. У свою чергу, породний масив, що вміщає закріплену, або незакріплену виробки, може мати ділянки з різною жорсткістю, пов'язані з особливостями його структури і неоднорідністю складу гірських порід [22].

Для того, щоб в повній мірі врахувати неоднорідність породного масиву параметрам кожного елемента або групи елементів можна привласнювати різні значення, в тому числі випадкові, які можуть бути згенеровані відповідно до визначеного законом розподілу безпосередньо цей метод і представлений в основі програми Phase 2. Phase2.8.0 - це потужна програма на основі методу кінцевих елементів для 2D-моделювання та дослідження геомеханічних систем, що включають гірські породи та ґрунти, підземні виробки та різноманітні системи кріплення, яка дозволяє здійснювати дослідження із застосуванням пружно-пластичних моделей середовища.

Він може використовуватися для широкого спектра інженерних проектів і включає в себе конструкцію підтримки, стійкість нахили кінцевих елементів, просочування ґрунтових вод і імовірнісний аналіз. Комплексні, багатоступінчасті моделі можуть бути легко створені і швидко проаналізовані - тунелі, підземні тонелі, відкриті кар'єри і схили, набережні, стабілізовані земні структури MSE і багато іншого. Прогресивний збій, взаємодія з підтримкою і безліч інших проблем можуть бути вирішені за допомогою такого програмного забезпечення. Phase2 пропонує широкий діапазон варіантів моделювання підтримки. Лінійні елементи можуть застосовуватися при моделюванні торкретбетону, бетону, сталевих систем, стопорних стінок, багатошарових композитних вкладишів, геотекстилей і т.д.

Lineg-дизайн інструменти включають в себе можливості створення ділянок лінійного (типу арки) кріплення. Типи анкерних елементів, доступних в програмі, включають класичні анкери замкового типу, анкери без замкового типу із фіксацією стрижня вдовж всієї довжини анкера, канатні анкери різних модифікацій, анкерні спліт-системи та інші.

Однією з основних особливостей Phase2 є аналіз стабільності нахили кінцевих елементів з використанням методу зменшення міцності на зрушення. Ця

опція повністю автоматизована і може використовуватися з параметрами міцності Mohr - Coulomb або Hoek - Brown. Моделі Slope можуть бути імпортовані / експортовані між слайдом і фазой<sup>2</sup>, що дозволяє легко порівнювати гранична рівновага і результати кінцевих елементів. Фаза 2 включає в себе стаціонарний, кінцевий елемент аналізу просочування підземних вод, вбудований прямо в програму. Немає необхідності використовувати окрему програму підземних вод. Визначається проривний тиск, а також витрата і градієнт, засновані на обумовлених користувачем гідравлічних граничних умовах і провідності матеріалу. Результати порового тиску автоматично включаються в аналіз напружень.

Матеріальні моделі для породи і ґрунту включають Mohr - Coulomb, Узагальнені Hoek - Brown і Cam - Clay. Потужні нові можливості аналізу для моделювання спільних порід дозволяють автоматично генерувати дискретні мережі розломів відповідно до статистичних моделей. Завдяки новим 64 -бітним і багатоядерним параметрам паралельної обробки Phase2.8.0 може вирішити більші і складніші моделі за більш короткий час [23].

Описаний вище програмний продукт знайшов використання робітниками кафедри геомеханіки і геотехніки у своїх наукових працях (Шашенко О.М. Сдвижкова О.О.; Гапеев С.М.; Солодянкін О.В.; Кравченко К.В.; Логунова О.О.; Терещук Р.М.

## 2.2. Розробка розрахункових схем прийнятих до аналізу способів кріплення

Як було зазначено вище, для моделювання геомеханічних процесів, що протікають в околиці підготовчих і капітальних виробок на різних стадіях ведення гірських робіт, а також при з використанням різних засобів і заходів щодо забезпечення їх стійкості, використовується ПК "Phase-2".

Можливості програми дозволяють враховувати в розрахунку упруго-пластичні властивості порід, що вміщують, що, крім іншого, дозволяє моделювати постадійне розкриття виробок в непружної середовищі, враховуючи на кожній наступній стадії в якості початкових ті деформації, які реалізовані на попередній

стадії формування напружено - деформованого стану.

Для більш точного отримання результатів застосовуємо поетапний метод розрахунку. Запропоновано чотири розрахункові схеми:

Розрахункова схема першого варіанту системи кріплення на (рис. 2.2.).

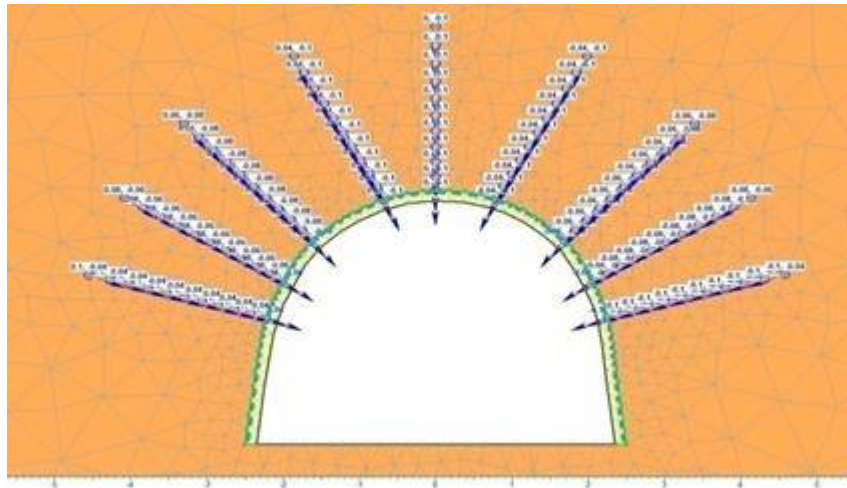


Рис. 2.2. Схема виробки перший варіант системи кріплення

Запропонований варіант системи кріплення передбачає набірку робіт:

1. Встановлення аркового кріплення типу КШПУ.
2. Встановлення анкерного кріплення.
3. Затяжка залізною сіткою.
4. Нанесення слою торкретбетону по контуру виробки.

Другий варіант системи кріплення показано на розрахунковій схемі (рис. 2.3.).

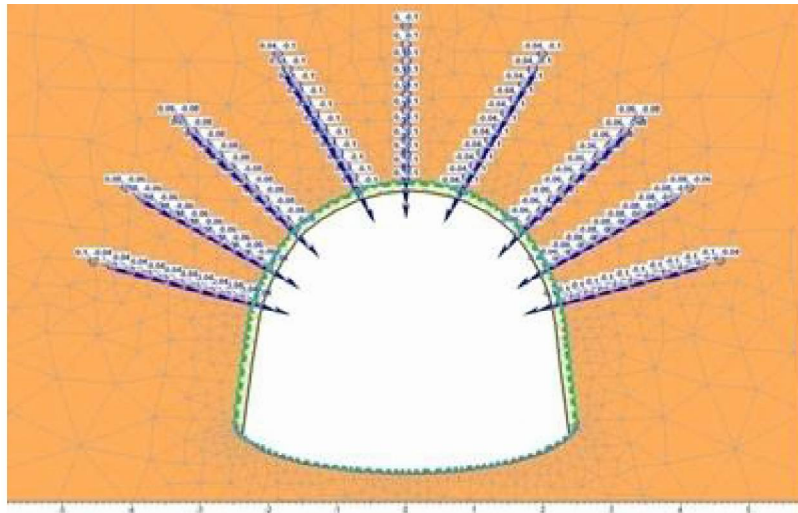


Рис 2.3. Розрахункова схема другого варіанту системи кріплення

Даний варіант системи кріплення вкючас в себе такі види робіт як,

1. Встановлення аркового кріплення зі спецпрофілю КШПУ зі зворотнім склепінням.
2. Установка анкерного кріплення.

Третій варіант системи кріплення представлений на (рис. 2.4.).

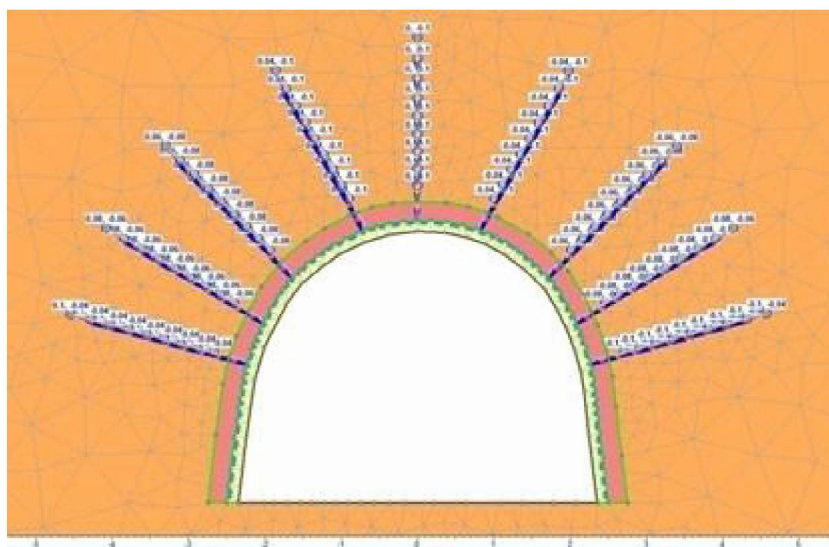


Рис. 2.4. Схема виробки третього варіанту системи кріплення

Данна розрахункова схема передбачає набірку робіт, таких як:

1. Встановлення аркового кріплення типу КШПУ.
2. Встановлення анкерного кріплення.
3. Затяжка контуру виробки залізобетонною затяжкою.
4. Тампонажні роботи.

Четвертий варіант системи багат шарового кріплення представлено на (рис. 2.5.).

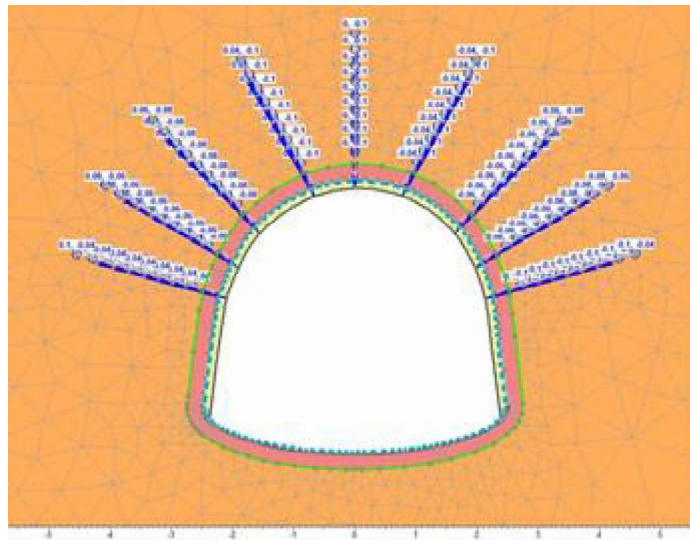


Рис. 2.5. Схема виробки четвертого варіанту системи багат шарового кріплення

Задана розрахункова схема передбачає набірку робіт таких як,

1. Встановлення аркового кріплення типу КШПУ зі зворотнім склепінням.
2. Встановлення анкерного кріплення.
3. Затяжка закріпного простору.
4. Тампонажні роботи.
5. Нагнітання хімічних сполук у закріпний простір.

### 2.3. Методика виконання моделей і аналіз результатів

Для демонстрації моделювання геомеханічних процесів, що виникають на контурі виробки і в її околицях в цілому на різних стадіях, так само для оцінки ефективності даного виду кріплення і забезпечення належної стійкості Постадійний підхід дозволяє в плоскій постановці завдання провести симуляцію її 3-х мірної моделі, коли деформація масиву буде виникати поетапно, маючи на увазі, що з просуванням вибою кордону виробки продовжуватимуть деформуватися, а напруги будуть продовжувати змінюватися.

Таким чином, в загальному вигляді виробіток не досягає свого «двомірного» стану деформації, поки вибій не пройде вперед на відстань, рівну декільком пів перерізам виробки. Постадійний підхід реалізований способом «розвантаження».

При способі «розвантаження» ступеневу освіту виробки в непружної середовищі враховує на кожній наступній стадії в якості початкових деформації, які реалізовані на попередній стадії формування ПДВ.

Спосіб полягає в наступному: спочатку до контуру виробки прикладається розподілене навантаження, моделюється недоторканий масив по виробці. На кожній наступній стадії величина цього навантаження поступово зменшується аж до повного її зняття на 20-й стадії, яка відповідає розкриттю виробки на повний переріз.

Область досліджуваної області, що включає в себе виробки, так само частина масиву наближеного до виробки будемо вважати значною областю розрахункової схеми.

Відстань від центру виробки до умовної межі значимої області має становитися від трьох до п'яти відносних радіусів або напівпродольотів виробки, як по горизонталі, так и по вертикалі.

Розрахункова схема досліджуваної області представлена рисунку 2.6

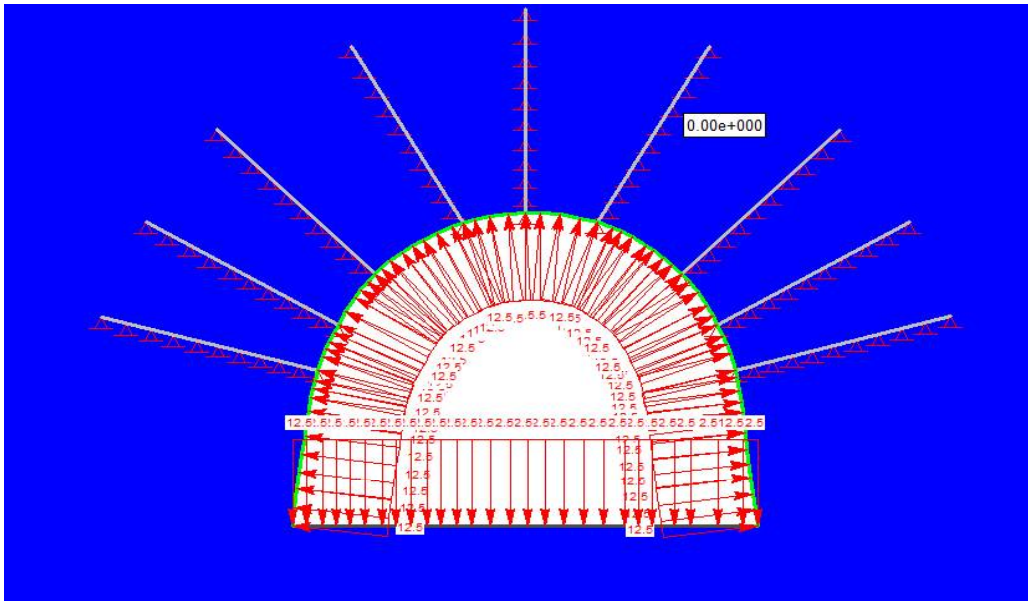


Рис. 2.6. Розрахункова схема виробки в недоторканому масиві

Фізико-механічні властивості порід для розрахунку математичної моделі наведені в табл.2.1

Таблиця 2.1

Фізико-механічні властивості порід

Назва	Питома вага, $\gamma$ кН / м <sup>3</sup>	Модуль Загальної деформації E, кПа	Коефіцієнт Пуассона, $\nu$ , дол.од.	Питом зчеплення C, кПа	Кут внутрішнього Па-діння $\phi$ град
Піщаник	23,9	50000	0,20	14750	37
Алевроліт	24,6	40000	0,20	13100	35
Аргіліт	26,6	40000	0,20	4750	25
Зона порушення	25	20000	0,20	2000 ... 400	25

Для початку задаємо властивості матеріалів, з яких будуть складатися гірські породи заданої моделі. Виконуємо за допомогою команди «Define material properties» у вкладці «Properties», (рис. 2.7)

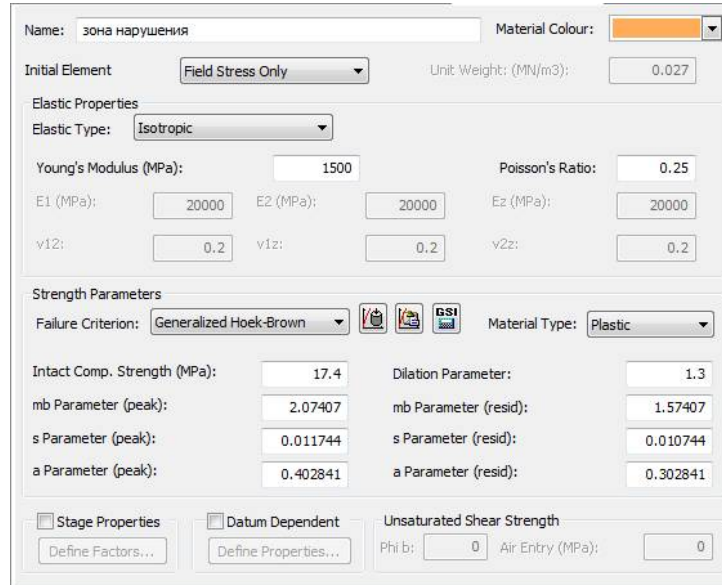


Рис. 2.7. Вікно програми для встановлення властивостей порід

Задаємо такі параметри як, модуль пружності (Юнга), коефіцієнт Пуассона, міцність на стиск, для кожної з гірських порід у поданій моделі.

Для того щоб, встановити геометричні параметри виробки потрібно натиснути виконати команди «Add Excavation» у меню «Boundaries» як показано на (рис. 2.8.).

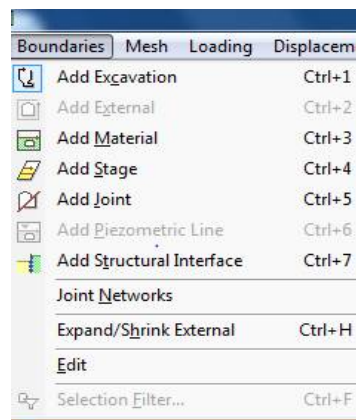


Рис. 2.8. Вікно програми для встановлення геометричних параметрів виробки



Після цього необхідно вказати параметри кріплення за допомогою команди «Define liner properties» у меню «Properties», показаних на (рис. 2.9.)

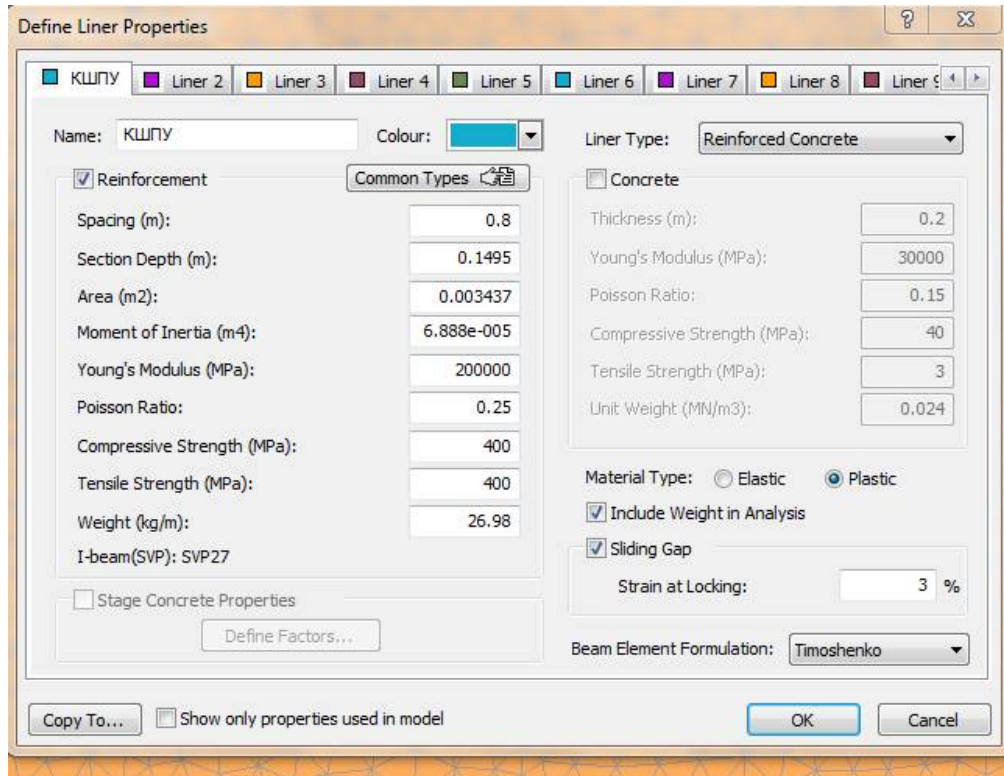


Рис. 2.9. Вікно присвоєння параметрів кріплення

Далі необхідно виконати команду «Discretize mesh» для розбиття області на кінцеві елементи показаних на (рис. 2.10.)

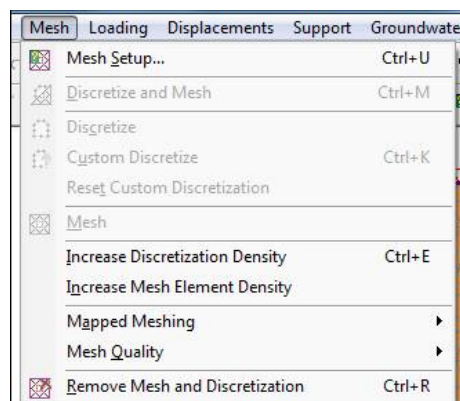



Рис. 2.10. Вікно розбиття області на кінцеві елементи

Опція «Додати анкер» дозволяє додавати одиничний анкер в модель. Можна додати анкер в будь-яку локацію з будь-якої його орієнтацією всередині моделі ввівши дві крайні його точки.

Для додавання анкера слід:

- 1) Вибрати «Add Bolt»  в меню швидкого доступу або з вікна "Support"
- 2) Параметри анкерного кріплення задаються наступним чином показних на(рис. 2.11.)

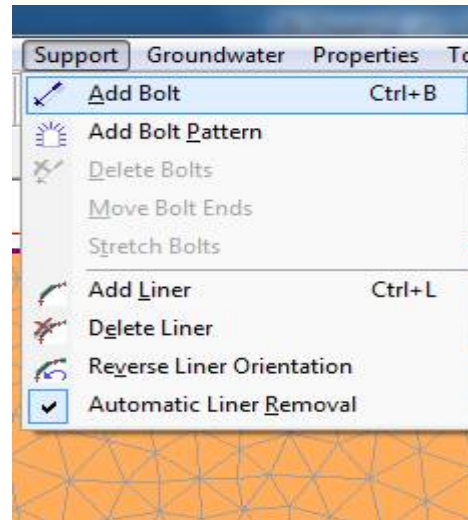


Рис. 2.11. Вікно програми з функцією додавання анкерного кріплення у модель

- 3) Відкриється вікно додавання анкера, в якому слід ввести а) властивості анкера, б) стадію, на якій він буде поставлено, і натиснути ОК.

Примітка: властивості анкера, його тип і стадія завдання може бути змінена або модифікована в будь-який час після його додавання за допомогою опції "Assign".

- 4) Буде запропоновано ввести дві вершини, що визначають положення анкера. Можна використовувати мишу для графічного введення координат, або ввести координати X і Y в вікно введення. Анкер буде додано до модель як тільки будуть введені координати другий його вершини.

Важливе зауваження: якщо задається анкер з опорною шайбою, опорною шайбою завжди буде в першій введеній точці анкера.

- 5) Можна ввести скільки завгодно анкерів, повторюючи крок 3.

- б) Після завершення додавання анкерів натиснути Enter, або праву кнопку миші, і вибрати "Done Adding Bolts".

#### Додавання анкерів з опорною шайбою

Нижчезазначені типи моделей в RS2 дозволяють додати опорною шайбою до одного кінця анкера:

- Plain Strand Cable
- Split Set / Swellex
- Tieback

Якщо використовується опція для додавання одиночного анкера в модель "Add Bolt", і властивості анкера включають в себе опорною шайбою, важливо відзначити наступне:

Перша точка яка вводиться (крок 3), повинна бути кінцем анкера з опорною шайбою (зазвичай на контурі виробки). Опорною шайбою анкера відображається маленьким прямокутним маркером на одному кінці анкера. Представлено на (рис 2.12. і 2.13).

Якщо опорна шайба анкера задана на неправильному кінці анкера, потрібно вийти з меню "Add Bolt", і вибрати "Undo" (або видалити некоректний анкер). Потім поставити анкера знову, але змінити орієнтацію точок, що визначають анкер.

Опорна шайба анкера задана вірно (на контурі виробки) як показано на (рис. 2.12.).

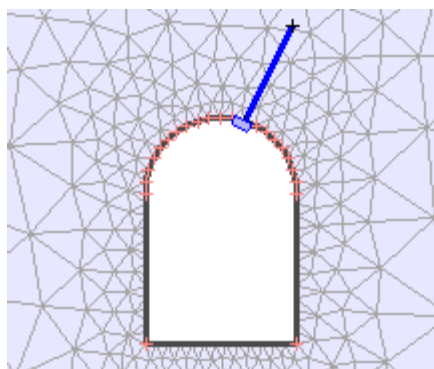


Рис. 2.12. Опорна шайба задана вірно

Опорна шайба анкера задана невірно (в породному масиві) як показано на (рис. 2.13.).

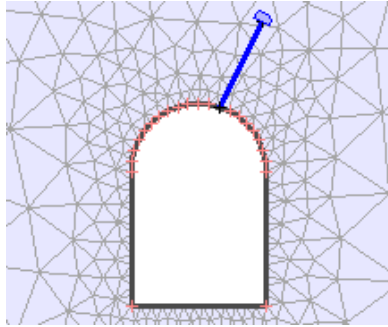


Рис. 2.13. Опорна шайба задана невірно

Це правило застосовується тільки в тому випадку, якщо використовується опція "Add Bolt" для додавання одиночних анкерів. Якщо використовується опція "Add Bolt Pattern" для додавання групи анкерів, опорна шайба анкерів автоматично застосовуються до контуру виробки, до якої застосований анкер; увагу користувача до орієнтації анкерів з опцією "Add Bolt Pattern" не потрібно.

У всіх запропонованих схемах вироблено розрахунок на двадцяти стадіях. Починаючи з незайманого масиву, завершуючи повністю робочою виробкою з усіма елементами і враховуючи усі факторами.

Після виконання всіх операцій підготовка моделі завершена, і необхідно виконати розрахунки. Для цього виконуємо наступну команду натискаємо на модуль «Compute» у меню «Analysis» (рис. 2.14.).

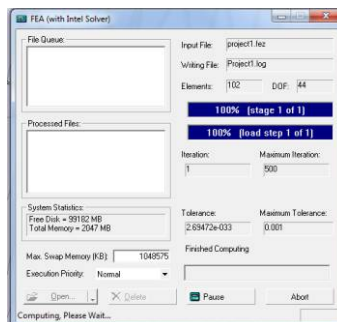


Рис. 2.14 Вікно с процесом розрахунку моделі

Для отримання більш детальних результатів розрахунків потрібно натиснути на модуль "Interpret".

Подивимося на переміщення у всіх схемах, представлених на (рис. 2.15-2.18).

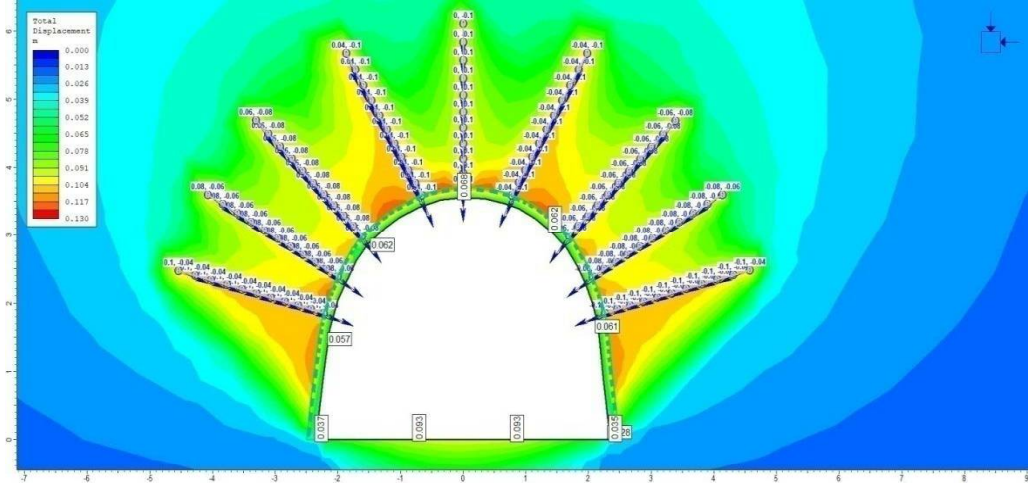


Рис. 2.15. Переміщення при першому варіанті моделі

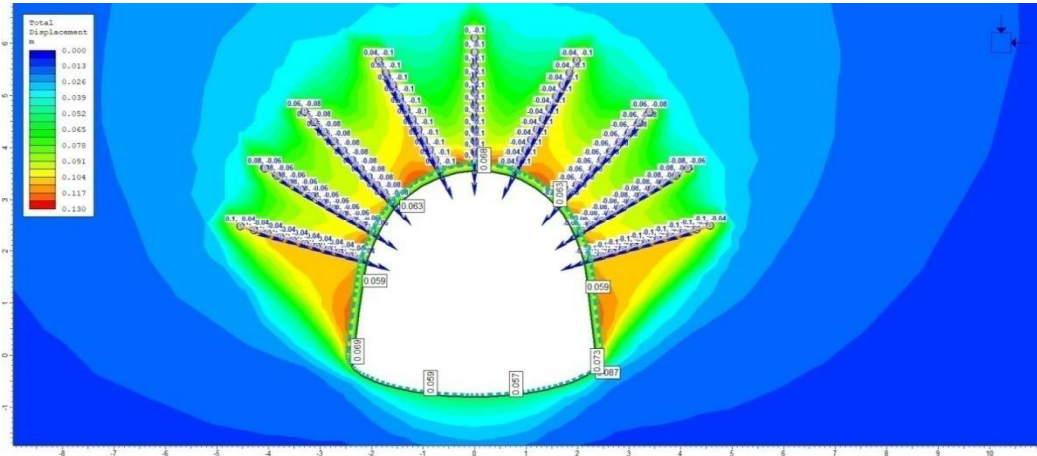


Рис. 2.16. Переміщення при другому варіанті моделі

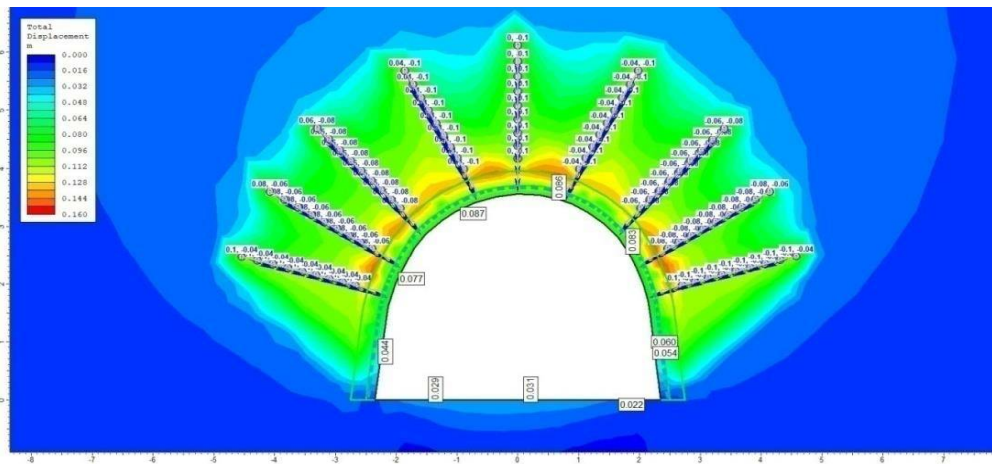


Рис. 2.17. Переміщення при третьому варіанті моделі

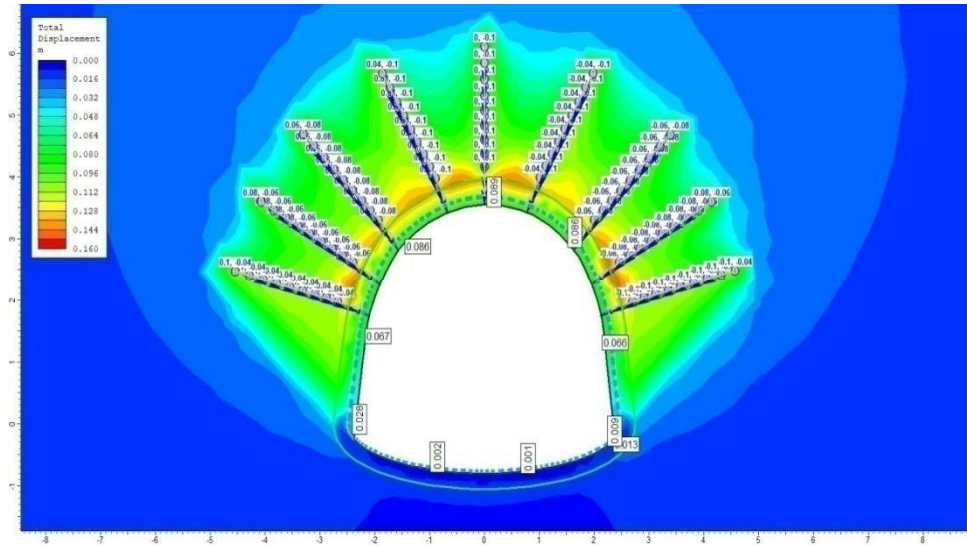


Рис. 2.18. Перемещення при четвертому варіанті моделі

Результати розрахунку зони зруйнованих порід на заданих моделях показано на (рис. 2.19 - 2.22).

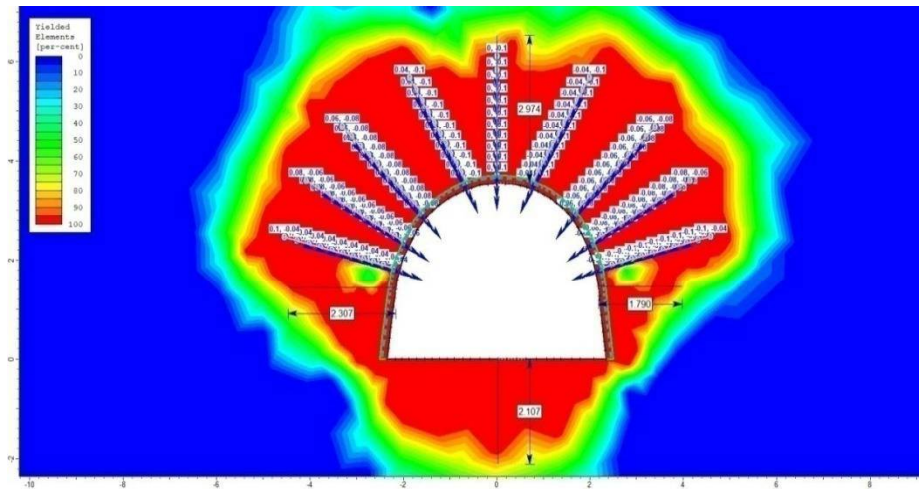


Рис. 2.19. Зона зруйнованих порід при першому варіанті заданої моделі

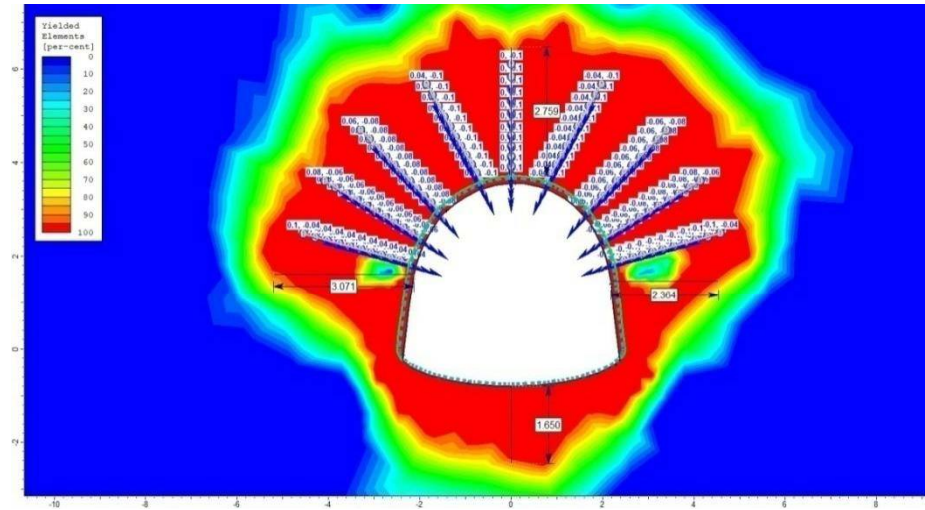


Рис. 2.20. Зона зруйнованих порід при другому варіанті заданої моделі

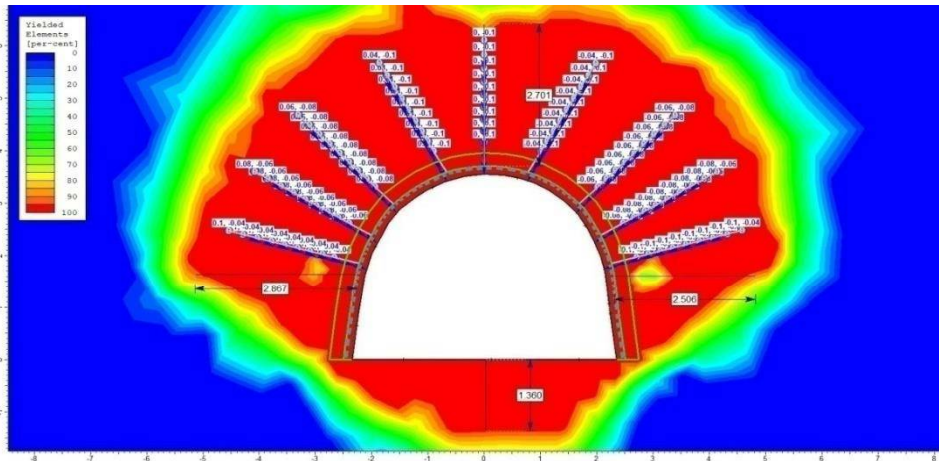


Рис. 2.21. Зона зруйнованих порід при третьому варіанті заданої моделі

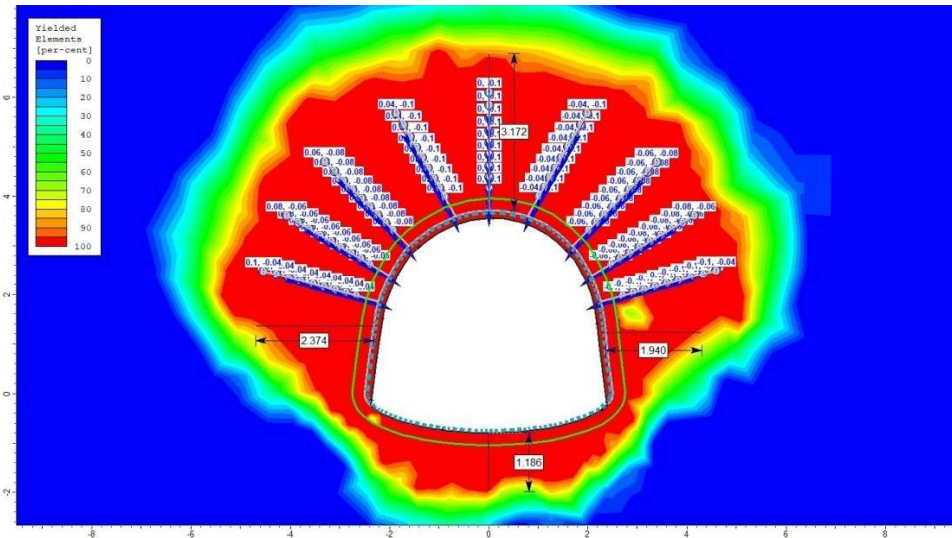


Рис. 2.22. Зона зруйнованих порід при 4му варіанті системи кріплення

Результати моделювання заданих систем кріплення стосовно переміщення представлено в (табл. 2.2.).

Таблиця 2.2.

## Загальна таблиця переміщень

Параметр	схема 1	схема 2	схема 3	схема 4
1. Переміщення покрівлі, м.	0,68	0,69	0,086	0,08
2. Переміщення бортів (л + п)	1,18	1,22	0,13	0,12
3. Переміщення порід підосви	0,93	0,520	0,031	0,02

Результати моделювання ділянок зруйнованих порід представлено в (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

## Узагальнена таблиця зони зруйнованих порід

Параметр	схема 1	схема 2	схема 3	схема 4
1. Ділянка зруйнованих порід покрівлі, м.	2,759	2,974	2,701	3,71
2. Ділянка зруйнованих порід бортів, м (л + п)	4,097	5,435	5,373	4,314
3. Ділянка зруйнованих порід підосві, м.	2,107	1,650	1,360	1,186

Виходячи з таблиць 2.2 і 2.3, видно наступне на прикладі чотирьох запропонованих схем в заданих умовах з різним видом систем кріплення. Схема під номером чотири з такою системою кріплення представлений у моделі виявилася сприятливою для заданих умов, дивлячись на те що виробки проводяться в зоні геологічного порушення з групою ризиків описаних у розділі один, так як виробка є капітальною. Ця схема кріплення цілком задовольняє експлуатаційні параметри, та показує високі показники по боротьбі з низкою чинників, та мінімізацію ремонтів так як по ряду показників переміщення вони незначні, що свідчить про довгострокову експлуатацію.



Результати поетапного метода моделювання представлені на (рис. 2.23 – 2.27).

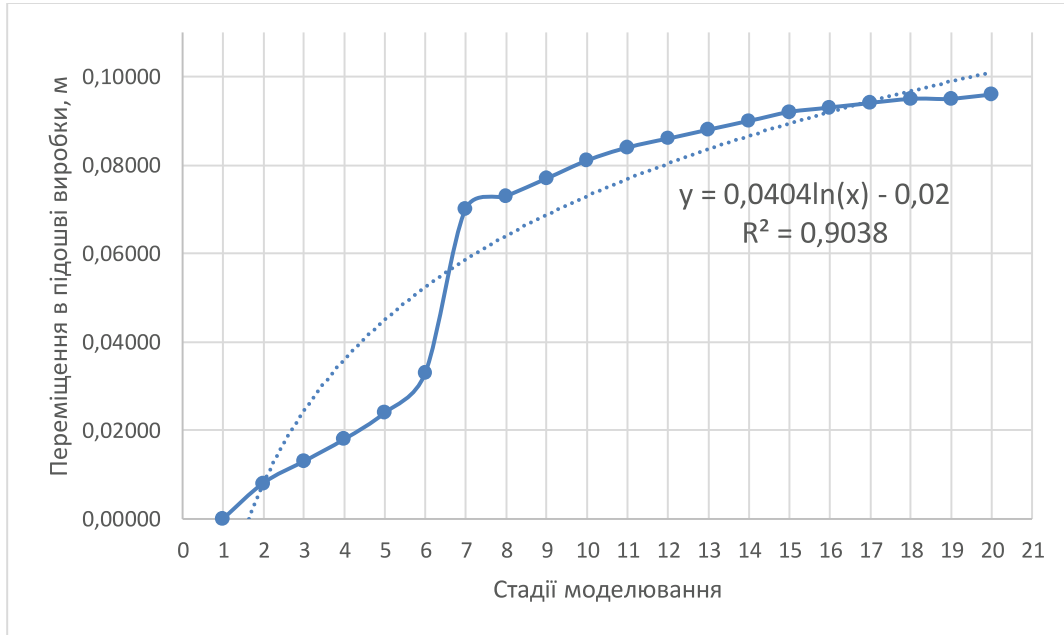


Рис. 2.23. Графік залежності переміщень порід підшви залежно від стадії моделювання розрахункової схеми один

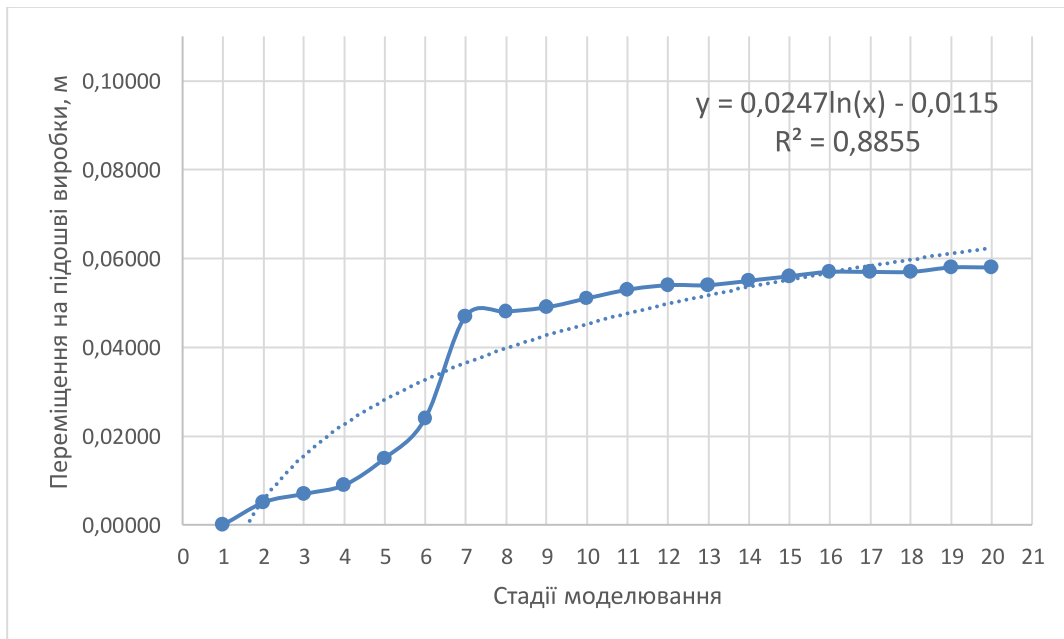


Рис. 2.24. Графік залежності переміщень порід підшви залежно від стадії моделювання розрахункової схеми два

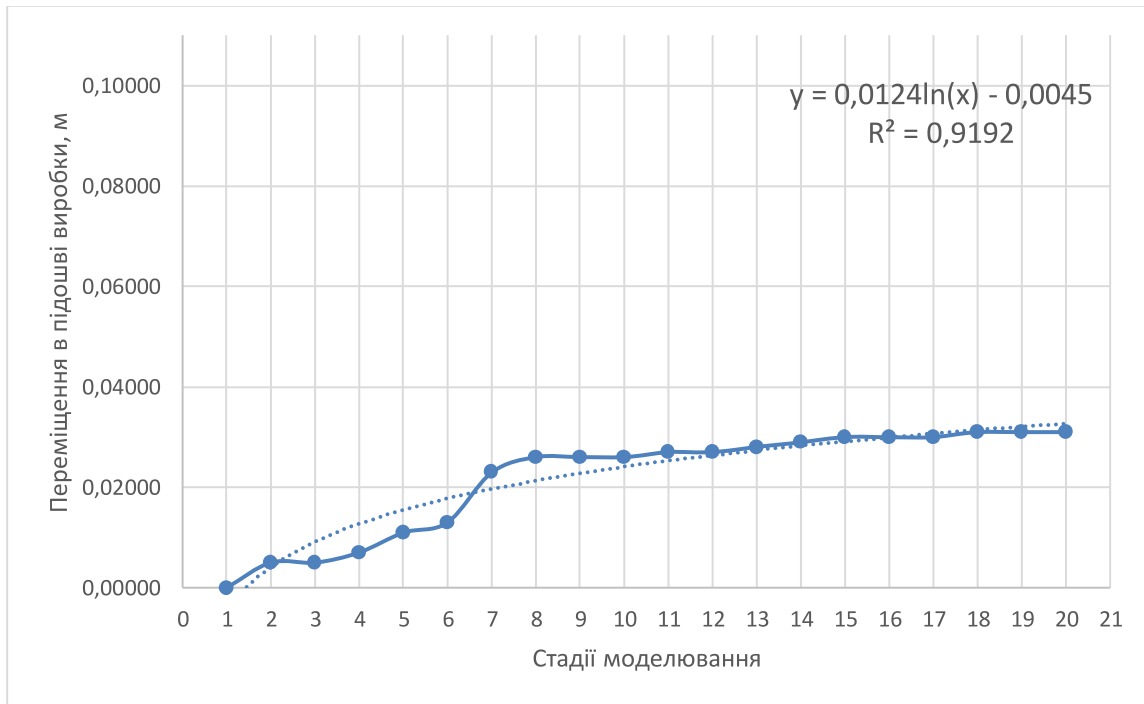


Рис. 2.25. Графік залежності переміщень порід підшви залежно від стадії моделювання розрахункової схеми три

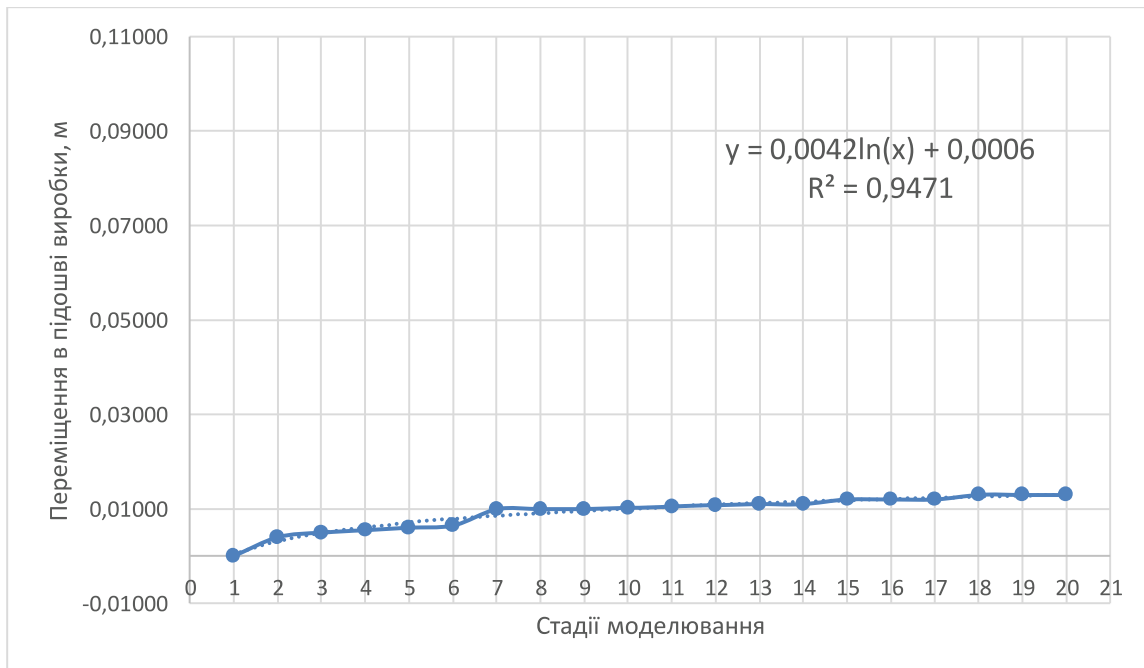


Рис. 2.26. Графік залежності переміщень порід підшви залежно від стадії моделювання розрахункової схеми чотири

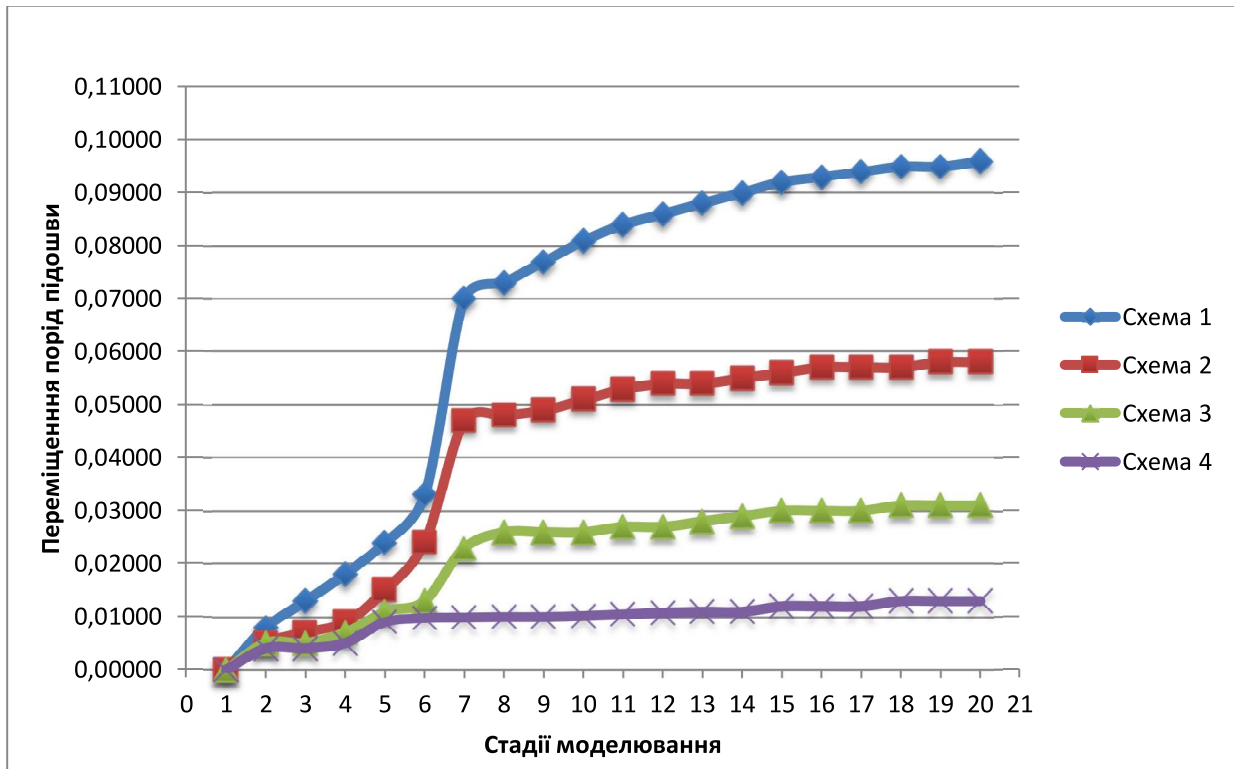


Рис. 2.27. Загальний графік залежності переміщень порід підлоги залежно від стадії моделювання по чотирьом схемам моделювання

Аналіз наведених графіків дозволяє говорити про наступне.

Всі задачі вирішувалися за подібними алгоритмами, тому на всіх графіках на стадіях 1-6 картина переміщень є подібною. Після стадії 6 в моделі відбувалося встановлення елементів, що імітують кріплення, тому на графіках всіх моделей наявний стрибок переміщень - це реакція розрахункової схеми на дію кріплення.

На наступних стадіях поведінка моделей відрізняється, що спричинено уведенням в модель (в кожен - своїх) елементів комбінованого кріплення, додаванням елементів, що імітують шари укріплених порід та тампонажних шарів. З графіків видно, що додавання тампонажних шарів та шарів укріплених порід спричиняє подвійну дію - переміщення за абсолютними значеннями зменшуються; їх інтенсивність у часі також зменшується.

Найефективнішою за параметрам "геомеханічний стан" є система під номером чотири, що включає металеву арку, зворотне склепіння, тампонаж

закріпного простору та укріплення порід шляхом нагнітання у приконтурну зону закріплюючого матеріалу.

Для оцінки техніко-економічних показників запропонованого варіанту слід виконати відповідне обґрунтування, чому присвячений наступний розділ даної роботи.

## Висновки

1. Опрацьовано та обрано метод моделювання метод скінченних елементів (МСЕ).

2. Було обрано програмне забезпечення "Phase-2", виконано моделювання чотирьох видів систем кріплення в зоні геологічного порушення на прикладі Богданівського скиду.

3. В результаті побудов моделей було обрано більш несучу систему кріплення для заданих складних гірничо – геологічних умов.

4. Показано метод постадійного моделювання на чотирьох видах систем багат шарового кріплення.

5. Найефективнішою за параметрам “геомеханічний стан” є система під номером чотири, що включає металеву арку, зворотнє склепіння, тампонаж закріпного простору та укріплення порід шляхом нагнітання у приконтурну зону закріплюючого матеріалу.

### РОЗДІЛ 3

## ТЕХНІКО—ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТИХ ВАРІАНТІВ

В даний час, система багатошарового кріплення підземних гірничих виробок, повинна задовольняти ряд вимог таких як:

1. Забезпечення безпеки працюючих.
2. Забезпечення безпечної експлуатації.
3. Економічність.
4. Доцільність.

Для оцінки різних видів кріплення виступає економічність, доцільність в ході чого виконуються порівняння витрат на проведення виробки та витрати на ремонті під час експлуатації.

Визначення вартості на всі види робіт і на віщувало витрати визначалися за допомогою такого комплексу як "СТС" за допомогою "Правил визначення вартості будівництва" [6].

Для порівняння було запропоновано чотири варіанти систем кріплення, що наведені нижче.

Перший варіант - рамно - анкерне кріплення з сіткою, з подальшим нанесенням торкретбетону, набірку робіт наведено у (табл.3.1.).

Другий варіант - передбачає рамно - анкерне кріплення з сіткою і зворотним склепінням, набірку робіт наведено у (табл.3.2).

Третій варіант - система кріплення складається з рамно - анкерного кріплення, з ж / б затягуванням, наступний тампонаж і нагнітанням розчину смол в закріпний простір, набірку робіт наведено у (табл.3.3).

Четвертий варіант - кріплення складається з рамно - анкерного кріплення, з ж / б затягуванням, тампонаж і нагнітанням розчину смол в закріпний простір, установка зворотного склепіння, набірку робіт наведено у (табл.3.4).

Таблиця 3.1.

№ п / п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	кількість	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6
1	E35-38-25	Постійні рамні сталеві арочні податливі кріплення з спецпрофіля КШПУ 35м2	1т	0.95	4 877
2	E35-43-29	Постійні кріплення з металевих штанг в покрівлі, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в похилих виробках з кутом нахилу 13-30 град., Довжина штанг 2,4	100компл	0.03	493
3	E35-43-44	Постійні кріплення з металевих штанг в стінах, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в горизонтальних і похилих виробках з кутом нахилу до 13 град., Довжина штанг 2,4	100компл	0.06	1 038
4	E29-119-1	Пристрій набрызк-бетонної оброблення зводу товщиною 5 см	100м2	0.152	5 498
5	E16-9-7 тех.частьп .2.3к = 1.2;	Прокладка трубопроводів опалення із сталевих безшовних труб діаметром 200 мм	100м	0.01	1 008
6	E35-96-124	Закладка горизонтальних і похилих виробок, з кутом нахилу до 13 градусів, породю вручну	100м3	0.152	8 430
7	E35-6-12	Проходження горизонтальних і похилих виробок з кутом нахилу до 13 град., Комбайнами ГПКС по вугіллю, з навантаженням на конвеєр	100м3	0.152	1 688
8	E35-47-29	Укладання постійних рейкових шляхів шириною колії 900мм на дерев'яних шпалах, тип рейок Р-33, кут нахилу виробки до 13 град.	1км	0.001	1 116
9	E35-54-10	Навішування вентиляційних поліхлорвінілових труб діаметром 0,8м, кут нахилу виробки 13-30 град.	100м	0.01	33
		Разом прямі витрати по кошторису:			24 181

Таблиця 3.2.

№ п / п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	кількість	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6
1	E35-38-25	Постійні рамні сталеві арочні податливі кріплення з спецпрофіля КШПУ 35м2	1т	0.95	4 877
2	E35-43-29	Постійні кріплення з металевих штанг в покрівлі, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в похилих виробках з кутом нахилу 13-30 град., Довжина штанг 2,4	100ко мпл	0.03	493
3	E35-43-44	Постійні кріплення з металевих штанг в стінах, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в горизонтальних і похилих виробках з кутом нахилу до 13 град., Довжина штанг 2,4	100ко мпл	0.06	1 038
4	E29-119-1	Пристрій набризг-бетонної оброблення зводу товщиною 5 см	100м2	0.152	5 498
5	E16-9-7 тех.частьп .2.3к = 1.2;	Прокладка трубопроводів опалення із сталевих безшовних труб діаметром 200 мм	100м	0.01	1 008
6	E35-96- 124	Закладка горизонтальних і похилих виробок, з кутом нахилу до 13 градусів, породою вручну	100 м3	0.152	8 430
7	E35-6-12	Проходження горизонтальних і похилих виробок з кутом нахилу до 13 град., Комбайнами ГПКС по вугіллю, з навантаженням на конвеєр	100м3	0.152	1 688
8	E35-47-29	Укладання постійних рейкових шляхів шириною колії 900мм на дерев'яних шпалах, тип рейок Р-33, кут нахилу виробки до 13 град.	1км	0.001	1 116
9	E35-54-10	Навішування вентиляційних поліхлорвінілових труб діаметром 0,8м, кут нахилу виробки 13-30 град.	100м	0.01	33
		Разом прямі витрати по кошторису:			24 181

Таблиця 3.3.

№ п / п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	кількість	Вартість одиниці, грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5		8
1	E35-38-25	Постійні рамні сталеві арочні податливі кріплення з спецпрофіля в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Коефіцієнт міцності порід 2-6, площею перетину до 35м2	1т	0.95		4 877
2	E35-43-29	Постійні кріплення з металевих штанг в покрівлі, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в похилих виробках з кутом нахилу 13-30 град., Коефіцієнт міцності порід 4-6, довжина штанг 2,4	100компл	0.03		493
3	E35-43-44	Постійні кріплення з металевих штанг в стінах, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в горизонтальних і похилих виробках з кутом нахилу до 13 град., Коефіцієнт міцності порід 4-6, довжина штанг 2,4	100компл	0.06		1 038
4	E16-9-7 тех.частьп.2.3к = 1.2;	Прокладка ПХВ, води труб діаметром 200 мм	100м	0.01		1 008
5	E35-96-124	Закладка горизонтальних і похилих виробок, з кутом нахилу до 13 градусів, породою вручну	100 м3	0.152		8 430
6	E35-6-11	Проходження горизонтальних і похилих виробок з кутом нахилу до 13 град., Комбайнами ГПКС за змішаним забою, з навантаженням на конвеєр, площею перетину до 15м2	100м3	0.152		2 419
7	E35-57-2	Закладення стиків і швів в рамних кріпках в склепіннях при тампонаж закрєпного простору горизонтальних і похилих виробок, відстань між арками 0,7м	100м2	0.152		2 416
8	E35-57-9	Тампонаж закрєпного простору цементним розчином	100м3	0.152		21 135
9	E35-38-107	Затягування залізобетонними плитами суцільно в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Місце установки - покрівля	10м3	0.024		489
10	E35-38-108	Затягування залізобетонними плитами суцільно в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Місце установки - стіни	10м3	0.027		491
11	E35-47-29	Укладання постійних рейкових шляхів шириною колії 900мм на дерев'яних шпалах, тип рейок Р-33, кут нахилу виробки до 13 град.	1км	0.001		1 116
12	E35-54-10	Навішування вентиляційних поліхлорвінілових труб діаметром 0,8м, кут нахилу виробки 13-30 град.	100м	0.01		33
	Разом прями витрати по кошторису:					43 945



Таблиця 3.4.

№ п / п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	кількість	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6
1	E35-38-25	Постійні рамні сталеві аروحні податливі кріплення з спецпрофіля в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Площею перетину до 35м2	1т	1.2	6 160
2	E35-43-29	Постійні кріплення з металевих штанг в покрівлі, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в похилих виробках з кутом нахилу 13-30 град., Довжина штанг 2,4	100компл	0.03	493
3	E35-43-44	Постійні кріплення з металевих штанг в стінах, з частковим заповненням шпурів ПНВ, в горизонтальних і похилих виробках з кутом нахилу до 13 град., Довжина штанг 2,4	100компл	0.06	1 038
4	E16-9-7 тех.частп.2.3к = 1.2;	Прокладка ПВХ, води труб діаметром 200 мм	100м	0.01	1 008
5	E35-96-124	Закладка горизонтальних і похилих виробок, з кутом нахилу до 13 градусів, породою вручну	100 м3	0.161	8 929
6	E35-6-11	Проходження горизонтальних і похилих виробок з кутом нахилу до 13 град., Комбайнами ГПКС за змішаним забою, з навантаженням на конвеєр,	100м3	0.161	2 562
7	E35-57-2	Закладення стиків і швів в рамних крєях в склепіннях при тампонаж закрєпного простору горизонтальних і похилих виробок, відстань між арками 0,7м	100м2	0.161	2 559
8	E35-57-9	Тампонаж закрєпного простору цементним розчином	100м3	0.161	22 386
9	E35-38-107	Затягування залізобетонними плитами суцільно в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Місце установки - покрівля	10м3	0.024	489
10	E35-78-67	Нагнітання хімічного тампонажного розчину	100 м3	0.152	13 199
11	E35-38-108	Затягування залізобетонними плитами суцільно в горизонтальних і похилих виробках, з кутом нахилу до 13 град., Місце установки - стіни	10м3	0.027	491
12	E35-47-29	Укладання постійних рейкових шляхів шириною колії 900мм на дерев'яних шпалах, тип рейок Р-33, кут нахилу виробки до 13 град.	1км	0.001	1 116
13	E35-54-10	Навішування вентиляційних поліхлорвінілових труб діаметром 0,8м, кут нахилу виробки 13-30 град.	100м	0.01	33
	Разом прями витрати по кошторису:				60 463

Порівнюючи кошторисну вартість робіт з проходки конвеєрного квершлягу, найбільш дешевим варіантом виявився варіант 1 з рамно - анкерним кріпленням сіткою і торкрет бетоном щодо 4-го варіанту на порядок дешевше в розмірі (на 36282 грн), що підтверджується локальним кошторисом (Додаток1).

При розрахунку показників вартості будівництва (табл. 3.1. і табл. 3.2.) і ремонту (табл. 3.3. та табл 3.4.) Розрахунок виконаний для робіт на ділянку довжиною 1 м.

Згідно з тим, що виробки капітальна, виникає питання ремонту в першому випадку. Згідно з представленими моделям в Розділі. 2 області зміщення і руйнування порід в 1ом варіанті будуть колосальні, виходячи з даних фактів слід

наступне виробки з першим варіантом кріплення (рамно - анкерне кріплення + сітка + торкретбетон) потребуватиме ремонт один, або декілька разів на рік. В даному варіанті ремонт 1 п.м. виробки обійдеться в розмірі (від 7696 грн) що підтверджено в програмі СТС для першого варіанту з урахуванням ремонтних робіт (Додаток 2).

Так як виробка є капітальною і буде пройдена, і закріплена на весь термін експлуатації шахти з цього випливає, що незважаючи на велику собівартість четвертого варіанту системи кріплення конвеєрного квершлагу, в межах даного проекту є економічно доцільною і підтвердженою.

## Висновки

1. Виконана оцінка економічної ефективності розроблених систем кріплення.

2. Визначена різниця економічної ефективності та прийнято до уваги ремонтні роботи, визначено, що четверта схема системи кріплення є більш доцільною згідно "СТС".

3. Виконаний розрахунок робіт запропонованих систем кріплення програмою "СТС", обраний більш сприятливий варіант економічної ефективності, з урахуванням строку експлуатації.

## ВИСНОВОК

1. Виконаний аналіз джерел інформації в області способів забезпечення стійкості капітальних виробок в геологічних порушеннях і складних гірничо - геологічних умовах.

2. Виконані аналітичні дослідження напружено-деформованого стану породного масиву навколо геомеханічної системи «послаблений складноструктурний породний масив-капітальна виробка-кріплення».

3. За результатами чисельного моделювання означеної геомеханічної системи обґрунтовано раціональні параметри систем комбінованого кріплення. Найефективнішою за параметрам “геомеханічний стан” є система під номером чотири, що включає металеву арку, зворотнє склепіння, тампонаж закріпного простору та укріплення порід шляхом нагнітання у приконтурну зону закріплюючого матеріалу

4. Здійснено техніко-економічне обґрунтування найбільш раціональної конструкції комбінованого кріплення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. А.Н.Шашенко,И.А.Садовенко,Е.А.Сдвижкова,С.Н.Гапеев, А.В.Солодянкін, М.В.Барабаш, В.И.Пилюгин, С.А.Воронин, В.Г.Снигур, С.В.Мкртчян монографія переход Богдановського сброса: обоснование, технология, мониторинг, результат.2016. – 98 с.
2. А.Н.Шашенко,И.А.Садовенко,Е.А.Сдвижкова,С.Н.Гапеев,А.В.Солодянкін, М.В.Барабаш, В.И.Пилюгин, С.А.Воронин, В.Г.Снигур, С.В.Мкртчян монографія переход Богдановського сброса:обоснование, технология, мониторинг, результат. 2016. – 15 с.
3. А.Н.Шашенко,И.А.Садовенко,Е.А.Сдвижкова,С.Н.Гапеев,А.В.Солодянкін, М.В.Барабаш, В.И.Пилюгин, С.А.Воронин, В.Г.Снигур, С.В.Мкртчян монографія переход Богдановського сброса: обоснование, технология, мониторинг, результат.2016. – 17 с.
4. Молдагожина М.А. Разработка комбинированной податливой крепи с регулируемой несущей способностью диссертация на соисканиестепени доктора философии – 2018 – 45 – 47с.
5. Будівництво гірничих виробок в складних гірничотехнічних умовах: Довідник / За ред. Б.А. Картозія. - М.: Недра, 1992.
6. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва[Текст]. – На заміну ДБН Д.1.1-1-2000.; чинний від 01.01.2014. – Київ:Мінрегіонбуд України, 2013. – 93 с.
7. Халимендик О.В. Обоснование способа повышения устойчивости капитальных выработок в условиях больших перемещений породного контура: диссертация на соискание научной степени канд. техн. наук : 05.15.04 / Халимендик Алексей Володимирович.– Днепропетровск, 2012.– 189 с.
8. Шашенко А.Н. Механика горных пород: Учебник для вузов. /А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко – К.: Новий друк, 2003. – 400 с.
9. ШашенкоО.М.Здиманн порід підосви виробок вугільнихшахт:[монографія] / О.М. Шашенко, О.В. Солодянкін, А.В. Смирнов. –Дніпропетровськ: ТОВ «ЛізуновПрес», 2015. – 256с.

10. А.Н.Шашенко, И.А.Садовенко, Е.А.Сдвижкова, С.Н.Гапеев, А.В.Солодянкин, М.В.Барабаш, В.И.Пилюгин, С.А.Воронин, В.Г.Снигур, С.В.Мкртчян монографія переход Богдановского сброса: обоснование, технология, мониторинг, результат. 2016. – 207-208 с.
11. Шашенко А.Н. Некоторые задачи статистической геомеханики /А.Н. Шашенко, С.Б. Тулуб, Е.А. Сдвижкова – К.: Універ. вид-во “Пульсари”, 2002.– 304 с.
12. Гапеев С.Н. Моделирование и прогноз геомеханических процессов в выработках глубоких шахт: дис. на соискание научной степени докт. техн. наук: спец. Гапеев Сергей Николаевич – Днепропетровск 2014. 335 с.
13. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок / В.Н. Каретников [и др.] : справочник. – М.: Недра, 1989. – 571 с.
14. Каретников В.Н. Крепление капитальных и подготовительных горных выработок: справочник / В.Н. Каретников, В.Б. Клейменов, А.Г. Нуждихин – М.: Недра, 1989. – 571 с.
15. П.С. Шпаков, В.Н. Долгоносков, А.А. Нагибин, Е.В. Кайгородова численное моделирование напряженнодеформированного состояния массива в окрестности очистного пространства в программе «Phase 2» - 2015.- 59-60 с.
16. Сдвижкова Е.А. Анализ проявлений горного давления при проведении протяженных выработок в районе мелкоамплитудных геологических нарушений (на примере уклона блока № 10 шу «покровское») – 270 с.
17. К.В. Кулинич исследование параметров анкер-инъекторных конструкций на физической модели - 2012 – 110 - 111 с.
18. Строительство горных выработок в сложных горнотех – нических условиях: Справочник/Б. Л. Картозия, В. А. Пшеничный, И. Г. Косков и др.; Под ред. Б. А.Картозия. — М.: Недра, 1992.— 20 с.
19. Строительство горных выработок в сложных горнотех – нических условиях: Справочник/Б. Л. Картозия, В. А. Пшеничный, И. Г. Косков и др.; Под ред. Б. А. Картозия. — М.: Недра, 1992.— 70 с.

20. В. Смирнов, А.Ю. Численное моделирование процес сов пучення пород-почвы в выработках угольных шахт, 2015 – 299 – 300 с.
21. А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко, Е.А. Сдвижкова ГЕОМЕХАНИКА Учебник для студентов высших учебных заведений, Киев – 2015 – 187-190с.
22. Логунова А.О. геомеханическое обоснование целесообразности повторного использования подготовительных выработок угольных шахт диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Днепропетровск – 2015 – 90-95с.
23. <https://www.civilax.com/rocscience-phase2/>
24. <http://www.geologam.ru/industry/shaft/tamponirovanie-gornyh-porod>

## Додатки

## Додаток 1

## Локальная смета на строительные работы №

Квершилаг локальная смета. Квершилаг объектная смета

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

ОСНОВАНИЕ:  
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость 30 253 тыс. грн.  
Сметная трудоёмкость 0.188 тыс. чел.ч.  
Сметная заработная плата 17.539 тыс. грн.  
Средний разряд работ 4.8 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 27.11.2018

№ п/п	Обосно-вание (шифр нормы)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин	
					Всего	эксплуатации машин в том числе заработной платы	Всего	заработной платы	эксплуатации машин в том числе заработной платы	обслуживающих машин	
										на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E35-38-25	Постоянные рамные стальные арочные податные крепи из спелтрофила в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадью сечения до 35м2	1т	0.95	5 133.30 4 982.45	18.40 8.27	4 877	4 714	17 8	32 2300 0.2038	30.62 0.19
2	E35-43-29	Постоянные крепи из металлических штанг в кровле, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в наклонных выработках с углом наклона 13-30 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.03	16 419.12 14 368.18	914.04 114.89	493	431	27 3	105.7300 2.9092	3.17 0.09

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 s/n 0510

-2-

194\_гс

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	E35-43-44	Постоянные крепи из металлических штанг в стенах, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.08	17 293.39 14 643.98	984.99 126.38	1 038	879	59 8	107.7300 2.9698	8.46 0.18
4	E29-119-1	Устройство набрызг-бетонной отделки свода толщиной 5 см	100м2	0.152	38 171.85 4 651.85	8 184.58 1 688.83	5 498	707	1 244 256	222.7800 77.2551	33.88 11.74
5	E16-9-7 тех. часть п.2.3 к=1.2.	Прокладка ПВХ воды труб диаметром 200 мм	100м	0.01	100 769.81	47.45 8.53	1 008			0.3000	
6	E35-96-124	Закладка горизонтальных и наклонных выработок, с углом наклона до 13 градусов, породой вручную	100 м3	0.152	55 458.75 52 766.25	2 692.50 615.00	8 430	8 020	410 93	375.0000 15.0000	57.00 2.28
7	E35-6-12	Продолжение горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., козбайнами ГПКС по углу, с погрузкой на конвейер, площадью сечения до 15м2	100м3	0.152	11 106.20 6 592.72	3 288.36 273.51	1 688	1 002	500 42	40.3200 5.8580	6.13 0.89
8	E35-47-29	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колес 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки до 13 град.	1км	0.001	1 116 196.05 177 952.22	2 730.75 935.04	1 116	178	3 1	1 509.4300 30.4880	1.51 0.03
9	E35-54-10	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град.	100м	0.01	3 345.20 3 129.21	5.78 1.96	33	31		22.8400 0.0834	0.23
Итого прямые затраты по смете:							24 181	15 982	2 260 408	138.98 15.40	
Итого прямые затраты в том числе:						грн.	24 181				
стоимость материалов, изделий и конструкций						грн.	5 959				
всего заработной платы						грн.	16 371				
Общепроизводственные расходы						грн.	6 072				
трудоёмкость в общепроизводственных расходах						чел.ч					34.04
заработная плата в общепроизводственных расходах						грн.	1 168				
ВСЕГО по смете						грн.	30 253				
Сметная трудоёмкость						чел.ч					188
Сметная заработная плата						грн.	17 539				



## Локальная смета на строительные работы №

Квершлаг локальная смета. Квершлаг объектная смета

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

ОСНОВАНИЕ:  
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость 33.103 тыс. грн.  
Сметная трудоёмкость 0.208 тыс. чел.ч.  
Сметная заработная плата 19.493 тыс. грн.  
Средний разряд работ 4.9 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 27.11.2018

№ п/п	Обозначение (шифр нормы)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин	
					Всего	эксплуатации машин	Всего	заработной платы	эксплуатации машин	обслуживающих машины	
										в том числе заработной платы	на единицу
6	7	8	9	10	11	12					
1	E35-38-25	Постоянные рамные стальные прочные податливые крести из спецпрофиля в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадью сечения до 35м <sup>2</sup>	1т	1.2	5 133.30 4 962.45	18.40 6.27	6 160	5 955	22 8	32 2300 0.2038	38.68 0.24
2	E35-43-29	Постоянные крести из металлических штанг в кровле, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в наклонных выработках с углом наклона 13-30 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.03	16 419.12 14 366.16	914.04 114.69	493	431	27 3	105 7300 2 9092	3 17 0.09

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 s/r 0510

-2-

196\_гп.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	E35-43-44	Постоянные крести из металлических штанг в стенах, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.06	17 293.39 14 643.98	984.99 126.38	1 038	879	59 8	107 7300 2 9698	6 46 0.18
4	E29-119-1	Устройство набрызг-бетонной оболочки свода толщиной 5 см	100м <sup>2</sup>	0.161	36 171.85 4 851.85	8 184.58 1 686.83	5 824	749	1 318 272	222 7800 77 2551	35 87 12 44
5	E16-9-7 тех. часть п.2.3 к=1.2.	Прокладка ПКВ, воды труб диаметром 200 мм	100м	0.01	100 769.81	47 45 8.53	1 008			0.3000	
6	E35-96-124	Закладка горизонтальных и наклонных выработок, с углом наклона до 13 градусов, породой крупную	100 м <sup>3</sup>	0.161	55 458.75 52 766.25	2 692.50 615.00	8 029	8 495	434 99	375 0000 15 0000	60 38 2 42
7	E35-6-12	Продолжение горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., комбайнами ГПКС по углу, с погружкой на конвейер, площадью сечения до 15м <sup>2</sup>	100м <sup>3</sup>	0.161	11 106.20 6 592.72	3 288.36 273.51	1 788	1 061	529 44	40 3200 5 8580	6 46 0 94
8	E35-47-29	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки до 13 град.	1км	0.001	1 116 196.05 177 952.22	2 730.75 936.04	1 116	178	3 1	1 509 4300 30 4880	1 51 0 03
9	E35-54-10	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град.	100м	0.01	3 345.20 3 129.21	5 78 1 96	33	31		22 8400 0 0634	0 23
Итого прямые затраты по смете:							26 389	17 779	2 392 435	152 79 16 34	
Итого прямые затраты							грн.	26 389			
в том числе:											
стоимость материалов, изделий и конструкций							грн.	6 218			
всего заработная плата							грн.		18 214		
Общепроизводственные расходы							грн.	6 714			
трудоёмкость в общепроизводственных расходах							чел.ч				37 26
заработная плата в общепроизводственных расходах							грн.		1 279		
ВСЕГО по смете							грн.	33 103			
Сметная трудоёмкость							чел.ч				208
Сметная заработная плата							грн.	19 493			

## Локальная смета на строительные работы №

Квотиалг локальная смета. Квотиалг объектная смета

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

ОСНОВАНИЕ:  
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость 56.310 тыс. грн.  
Сметная трудоемкость 0.348 тыс. чел.ч.  
Сметная заработная плата 37.586 тыс. грн.  
Средний разряд работ 5.4 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 27.11.2018

№ п/п	Обоснование (шифр нормы)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин	
					Всего	эксплуатации машин	Всего	заработной платы	эксплуатации машин	обслуживающих машин	
										в том числе заработной платы	на единицу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E35-38-25	Постоянные рамные стальные арочные податные кресты из спецпрофиля в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадью сечения до 35м2	1г	0.95	5 133.30 4 982.45	18.40 6.27	4 877	4 714	17 8	32.2300 0.2038	30.62 0.19
2	E35-43-29	Постоянные кресты из металлических штанг в кровле, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в наклонных выработках с углом наклона 13-30 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.03	16 419.12 14 366.16	914.04 114.69	493	431	27 3	105.7300 2.9092	3.17 0.09

Строительные Технологии - СМETA™ версия 7.9.34 s/n 0510

-2-

199\_лс.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
3	E35-43-44	Постоянные кресты из металлических штанг в стенах, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.06	17 293.39 14 643.98	984.99 126.38	1 038	879	59 8	107.7300 2.9098	6.48 0.18	
4	E16-9-7 гед. часть п.2.3 х=1.2;	Прокладка ПВХ, вода труб диаметром 200 мм	100м	0.01	100 769.81	47.45 8.53	1 008			0.3000		
5	E35-96-124	Закладка горизонтальных и наклонных выработок, с углом наклона до 13 градусов, породой вручную	100 м3	0.152	55 458.75 52 766.25	2 692.50 615.00	8 430	8 020	410 93	375.0000 15.0000	57.00 2.28	
6	E35-6-11	Продолжение горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., комбайнами ГПКС по смешанному забою, с погрузкой на конвейер, площадью сечения до 15м2	100м3	0.152	15 913.08 8 476.36	4 232.54 352.04	2 419	1 288	643 54	51.8400 7.5400	7.88 1.15	
7	E35-57-2	Заделка стыков и швов в рамках крепях в сводах при тампонаже закрепного пространства горизонтальных и наклонных выработок, расстояние между арками 0,7м	100м2	0.152	15 895.81 14 793.49	12.46 2.32	2 416	2 249	2	90.5000 0.0925	13.76 0.01	
8	E35-57-9	Тампонаж закрепного пространства цементным раствором	100м3	0.152	139 045.95 102 040.62	37 006.33 7 676.62	21 135	15 510	5 625 1 167	673.3200 338.6788	102.34 51.48	
9	E35-38-107	Затяжка железобетонными плитами всплошную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - кровля	10м3	0.024	20 377.78 17 683.93	441.15 154.29	489	424	11 4	167.9900 5.0840	4.03 0.12	
10	E35-38-108	Затяжка железобетонными плитами всплошную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - стены	10м3	0.027	18 193.82 15 499.97	441.15 154.29	491	418	12 4	151.1800 5.0840	4.08 0.14	
11	E35-47-29	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки до 13 град.	1км	0.001	1 116 196.05 1 777 952.22	2 730.75 935.04	1 116	178	3 1	1 509.4300 30.4880	1.51 0.03	
12	E35-54-10	Навеска вентиляционных полиспропиленовых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град.	100м	0.01	3 345.20 3 129.21	6.78 1.96	33	31		22.8400 0.0634	0.23	
Итого прямые затраты по смете:							43 945	34 142	8 809 1 340	231.08 55.87		
Итого прямые затраты							грн.	43 945				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	в том числе:										
	стоимость материалов, изделий и конструкций					грн.	2 994				
	всего заработная плата					грн.		35 482			
	Общепроизводственные расходы					грн.	12 374				
	трудоемкость в общепроизводственных расходах					чел-ч					61.37
	заработная плата в общепроизводственных расходах					грн.		2 104			
	<b>ВСЕГО по смете</b>					грн.	<b>56 319</b>				
	Сметная трудоемкость					чел-ч					348
	Сметная заработная плата					грн.		37 586			

Составил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

## Локальная смета на строительные работы №

Квершлаг локальная смета. Квершлаг объектная смета

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

ОСНОВАНИЕ:  
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость 78 187 тыс. грн.  
Сметная трудоёмкость 0 500 тыс. чел.ч.  
Сметная заработная плата 45 199 тыс. грн.  
Средний разряд работ 5.4 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 27.11.2018

№ п/п	Обоснование (шифр нормы)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин	
					Всего	эксплуатации машин	Всего	заработной платы	эксплуатации машин	обслуживающих машин	
										заработной платы	в том числе заработной платы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E35-38-25	Постоянные рамные стальные арочные податливые крепи из спецпрофиля в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадью сечения до 35м2	1г	1.2	5 133.30	18.40	6 160	5 955	22	32 2300	38 68
					4 982.45	6.27					
2	E35-43-29	Постоянные крепи из металлических штанг в кровле, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в наклонных выработках с углом наклона 13-30 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.03	16 419.12	914.04	493	431	27	105 7300	3 17
					14 366.16	114.88					

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 в/п 0510											
-2-											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	E35-43-44	Постоянные крени из металлических штанг в стенах, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100компл	0.08	17 293.39 14 643.98	984.99 126.38	1 038	879	59 8	107.7300 2.9698	8.46 0.18
4	E16-9-7 тех.часть п.2.3 к=1.2;	Прокладка ПВХ, воды труб диаметром 200 мм	100м	0.01	100 769.81	47.45 8.53	1 008			0.3000	
5	E35-96-124	Закладка горизонтальных и наклонных выработок, с углом наклона до 13 градусов, породой вручную	100 м3	0.161	55 458.75 52 766.25	2 692.50 615.00	8 929	8 495	434 99	375.0000 15.0000	60.38 2.42
6	E35-6-11	Продолжение горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., комбайнами ГПКС по смешанному забою, с погрузкой на конвейер, площадью сечения до 15м2	100м3	0.161	15 913.06 8 476.36	4 232.54 352.04	2 562	1 365	681 57	51.8400 7.5400	8.35 1.21
7	E35-57-2	Заделка стыков и швов в рамках крепки в сводах при тупоуголе закрепного пространства горизонтальных и наклонных выработок, расстояние между арками 0,7м	100м2	0.161	15 895.81 14 793.49	12.46 2.32	2 559	2 382	2	90.5000 0.0925	14.57 0.01
8	E35-57-9	Тупоугол: закрепного пространства цементным раствором	100м3	0.161	139 045.95 102 040.62	37 005.33 7 675.62	22 386	16 429	5 957 1 236	673.3200 338.6788	108.40 54.53
9	E35-38-107	Затяжка железобетонными плитами сплошную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - кровля	10м3	0.024	20 377.78 17 683.93	441.15 154.29	489	424	11 4	167.9900 5.0840	4.03 0.12
10	E35-78-67	Нагнетание жидкого тупоугольного раствора	100 м3	0.152	88 833.51 16 708.88	70 126.65 8 085.89	13 199	2 539	10 660 1 229	476.9300 201.1483	72.49 30.57
11	E35-38-108	Затяжка железобетонными плитами сплошную в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., место установки - стены	10м3	0.027	18 193.82 15 499.97	441.15 154.29	491	418	12 4	151.1800 5.0840	4.08 0.14
12	E35-47-29	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки до 13 град.	1км	0.001	1 116 196.05 177 952.22	2 730.75 935.04	1 116	178	3 1	1 509.4300 30.4880	1.51 0.03
13	E35-54-10	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град.	100м	0.01	3 345.20 3 128.21	5.78 1.98	33	31		22.8400 0.0834	0.23
Итого прямые затраты по смете:							60 463	39 526	17 888 2 646	322.35 88.54	

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 в/п 0510												
-3-												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Итого прямые затраты							грн.	60 463				
в том числе:												
стоимость материалов, изделий и конструкций							грн.	3 069				
всего заработная плата							грн.		42 175			
Общепроизводственные расходы							грн.	15 724				
трудоемкость в общепроизводственных расходах							чел-ч					88.16
заработная плата в общепроизводственных расходах							грн.		3 024			
<b>ВСЕГО по смете</b>							грн.	78 187				
Сметная трудоемкость							чел-ч					500
Сметная заработная плата							грн.		45 199			

Составил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

## Локальная смета на строительные работы №

## Квартал локальная смета. Квартал объектная смета

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

ОСНОВАНИЕ:  
чертежи (спецификации) №Сметная стоимость 39.786 тыс. грн.  
Сметная трудоемкость 0.241 тыс. чел.ч.  
Сметная заработная плата 23.076 тыс. грн.  
Средний разряд работ 4.8 разряд

Составлена в текущих ценах по состоянию на 27.11.2018

№ п/п	Обоснование (шифр нормы)	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоимость единицы, грн.		Общая стоимость, грн.			Затраты труда рабочих, чел.ч., не занятых обслуживанием машин	
					Всего	эксплуатационных машин	Всего	заработной платы	эксплуатационных машин	обслуживающих машин	
										в том числе заработной платы	на единицу
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E35-38-25	Постоянные рамные стальные арочные податливые крепи из спецпрофиля в горизонтальных и наклонных выработках, с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 2-6, площадью сечения до 35м <sup>2</sup>	1т	1.2	5 133.30 4 962.45	18.40 6.27	6 160	5 955	22 8	32 2300 0.2038	38.68 0.24
2	E35-103-3	Снятие постоянных рельсовых путей в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 градусов, расстояние между шпалами 0,7-0,8м, тип рельсов Р-33	1км	0.001	102 613.09 89 914.67	2 698.42 824.47	103	100	3 1	956 6400 30.1520	0.98 0.03

Строительные Технологии - СМЕТА™ версия 7.9.34 s/n 0510

-2-

198\_пс.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	E35-96-70	Снятие арочной податливой 3-х звеньевой крепи (без снятия затяжек) в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 градусов, площадь сечения в проходке 14,1-16м <sup>2</sup>	1т	1.2	3 226.26 2 221.63	26.26 8.86	3 872	2 666	32 11	18 1000 0.2866	21.72 0.34
4	E35-96-108	Замена поврежденных стяжек и дюкетов [в замках] металлической крепи горизонтальных и наклонных выработок, профиль крепи КШПУ	100 шт	0.06	24 149.18 8 953.36	30.83 10.54	1 449	537	2 1	82 9000 0.3432	4.97 0.02
5	E35-105-3	Чистка водосборника вручную	100 м <sup>3</sup>	0.0003	79 476.77 55 932.23	23 544.54 3 857.58	24	17	7 1	397 5000 88 8800	0.12 0.03
6	E35-104-3	Снятие железобетонных крашек с водоотливных каналов в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 градусов	100м	0.01	4 000.68 3 907.83	92.85 32.48	40	39	1	36 3800 1.0708	0.36 0.01
7	E35-43-29	Постоянные крепи из металлических штанг в кровле, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в наклонных выработках с углом наклона 13-30 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100мквм	0.03	16 419.12 14 366.16	914.04 114.69	493	431	27 3	105 7300 2 9092	3.17 0.09
8	E35-43-44	Постоянные крепи из металлических штанг в стенах, с частичным заполнением шпуров ПНВ, в горизонтальных и наклонных выработках с углом наклона до 13 град., коэффициент крепости пород 4-6, длина штанг 2,4м	100мквм	0.06	17 293.39 14 643.98	984.99 126.38	1 038	879	59 8	107 7300 2 9698	6.46 0.18
9	E29-119-1	Устройство набрызг-бетонной отделки свода толщиной 5 см	100м <sup>2</sup>	0.161	36 171.85 4 651.65	8 184.58 1 686.33	5 824	749	1 318 272	222 7800 77 2551	35.87 12.44
10	E16-9-7 тех.часть п.2.3 к=1.2;	Прокладка ПХВ, воды труб диаметром 200 мм	100м	0.01	100 789.81	47.45 8.53	1 008			0.3000	
11	E35-96-124	Закладка горизонтальных и наклонных выработок, с углом наклона до 13 градусов, породой вручную	100 м <sup>3</sup>	0.161	55 458.75 52 766.25	2 692.50 615.00	8 929	8 495	434 99	375 0000 15 0000	60.38 2.42
12	E35-6-12	Продолжение горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 13 град., коьбайнами ГПКС по утло, с погрузкой на конвейер, площадью сечения до 15м <sup>2</sup>	100м <sup>3</sup>	0.161	11 106.20 6 592.72	3 288.36 273.51	1 788	1 061	529 44	40 3200 5 8580	6.49 0.24
13	E35-47-29	Укладка постоянных рельсовых путей шириной колеи 900мм на деревянных шпалах, тип рельсов Р-33, угол наклона выработки до 13 град.	1км	0.001	1 116 196.05 177 952.22	2 730.75 935.04	1 116	178	3 1	1 509 4300 30 4880	1.51 0.03

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
14	E35-54-10	Навеска вентиляционных полихлорвиниловых труб диаметром 0,8м, угол наклона выработки 13-30 град.	100м	0.01	3 345.20	5.78	33	31		22 8400	0.23	
					3 129.21	1.96				0.0634		
Итого прямые затраты по смете:							31 877	21 138	2 437		180.92	
									449		16.77	
Итого прямые затраты							грн.	31 877				
в том числе:												
стоимость материалов, изделий и конструкций							грн.	8 302				
всего заработная плата							грн.		21 587			
Общепроизводственные расходы							грн.	7 909				
трудоемкость в общепроизводственных расходах							чел-ч					43.37
заработная плата в общепроизводственных расходах							грн.		1 489			
ВСЕГО по смете							грн.	39 786				
Сметная трудоемкость							чел-ч					241
Сметная заработная плата							грн.		23 076			

Составил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил \_\_\_\_\_  
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]