

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет «Гірничий»
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра «Розробки родовищ корисних копалин»
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____/Єфремов І.О./
“ ” _____ 2021 року

Випускна кваліфікаційна робота

магістр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Дослідження руйнівних процесів і обвалення порід покрівлі очисних вибоїв на пологих пластах в умовах шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля»»

Виконав: студент 2 курсу, групи РРКЗм-19

напряму підготовки (спеціальності) 184 «Гірництво», спеціалізація «Розробка родовищ корисних копалин»
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Крючков І.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник проф. каф. РРКК, д.т.н., доц. Єфремов І.О. _____
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, наук. ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

*Засвідчую, що у цій кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць ін-
ших авторів без відповідних посилань.
Студент Крючков І.В. _____
(підпис)*

Покровськ – 2021

ДВНЗ «Донецький Національний Технічний Університет»

Факультет Гірничий

Кафедра «Розробки родовищ корисних копалин»

Освітньо-кваліфікаційний рівень (освітній ступінь) магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 184 «Гірництво»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____/Єфремов І.О./

“ ____ ” _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ

_____Крючков Іван Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження руйнівних процесів і обвалення порід покрівлі очисних вибоїв на пологих пластах в умовах шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля»

керівник роботи Єфремов Ігор Олексійович, д.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом № від “ ” _____ 2021 року

2. Строк подання студентом роботи

2021 року

3. Вихідні дані до роботи матеріали практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: аналіз параметрів протікання процесів зрушення і обвалення порід покрівлі в очисному вибої; гірничо-геологічні і гірничотехнічні умови відробки шахтного поля; методика визначення параметрів зсуву і обвалення покрівлі в очисних вибоях пологих пластів при веденні очисних робіт; дослідження параметрів руйнування і зсуву порід покрівлі в очисному вибої; охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) схематичне зображення розподілу сил над горизонтальною виробкою, схе-ма зрушення масиву, схема впливу очисної виробки (лави) на породний ма-сив, по-значення компонентів напруженого стану в прямокутній системі ко-ординат

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ n/n	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРОТІКАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗРУШЕННЯ І ОБВАЛЕННЯ ПОРІД ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ		
2	ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНІ І ГІРНИЧОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВІДРОБКИ ШАХТНОГО ПОЛЯ		
3	МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗСУВУ І ОБВАЛЕННЯ ПОКРІВЛІ В ОЧИСНИХ ВИБОЯХ ПОЛОГИХ ПЛАСТІВ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ		
4	ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУЙНУВАННЯ І ЗСУВУ ПОРІД ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ		
5	ОХОРОНА ПРАЦІ		
6	ОФОРМЛЕННЯ РОБОТИ ТА ПІДГОТОВКА ДО ЗАХИСТУ		

Студент

_____ Крючков І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Єфремов І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Крючков І.В. Дослідження руйнівних процесів і обвалення порід покрівлі очисних вибоїв на пологих пластах в умовах шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 184 «Гірництво» (спеціалізація «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»).- ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2021.

Зміст роботи (анотація): проведений аналіз і геомеханічне обґрунтування параметрів обвалення покрівлі в лавах пологих пластів, для прогнозування кроку первинної посадки покрівлі. Предметом дослідження є напружено-деформований стан порід покрівлі при веденні очисних робіт на пологих пластах. Дослідження процесу руйнування і обвалення покрівлі в очисних вибоях пологих пластів дозволить відкоригувати розрахунковий метод по визначенню параметрів обвалення і зсуву порід покрівлі.

Ключові слова: покрівля, зсув, гірський масив, свердловина, вироблений простір, напруження, несучий шар, первинна посадка, граничний прольот.

ABSTRACT

Kruchkov I.V Research of destructive processes and collapse of roof rocks of clearing faces on sloping formations in the conditions of the mine "Central" SE "Mirnogradugol" .-SHEI DonNTU, Pokrovsk, 2021.

The analysis and argument of geomechanical parameters of avalanche rocks of the roof of the treatment faces to forecasting of a primary step landing of rocks of the roof is carried out. An object of research is the intense deformed condition of rocks of a roof when conducting clearing works on flat layers. The research of process of destruction and collapse of a roof in clearing faces of flat layers will allow to modify a calculation method by determination of parameters of avalanche and shift rocks of the roof.

Key words: roof, shear, rock mass, well, exhaust space, stress, bearing layer, primary landing, limiting span.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРОТІКАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗРУШЕННЯ І ОБВАЛЕННЯ ПОРІД ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ.....	9
1.1. Загальна картина зрушення гірських порід над виробленим простором.....	9
1.2. Аналіз гіпотез формування гірського тиску.....	21
1.3. Аналіз напруженого стану порід покрівлі в очисному вибої.....	32
Висновки по першому розділу	38
2. ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНІ І ГІРНИЧОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВІДРОБКИ ШАХТНОГО ПОЛЯ.....	39
2.1. Геологічна характеристика шахтного поля.....	39
2.2. Гірничотехнічні умови відробки шахтного поля.....	49
2.3. Побудова геологічного перерізу виймального стовпа І південної лави північного похилу II ступені пласта l_1	55
Висновки по другому розділу.....	
3. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗСУВУ І ОБВАЛЕННЯ ПОКРІВЛІ В ОЧИСНИХ ВИБОЯХ ПОЛОГИХ ПЛАСТІВ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ.....	
3.1. Визначення руйнуючих напружень в породах покрівлі над очисним вибоєм.....	77
3.2. Процес протікання обвалення порід покрівлі над виробленим простором.....	84
3.3. Визначення параметрів обвалення і зсуву порід покрівлі при веденні очисних робіт.....	87

3.4. Дослідження параметрів руйнування і зсуву порід покрівлі в очисному вибої	89
Висновки по третьому розділу.....	100
ВИСНОВКИ	
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	

ВСТУП

Актуальність роботи. Основним напрямком розвитку вугільної промисловості є подальший розвиток підземного видобутку корисних копалин. Це можливо тільки із застосуванням високопродуктивних комплексів і технологій. Разом з тим досягнення намічених завдань на шахтах Донецького басейну що, відпрацьовують пласти пологого падіння, перешкоджають труднощі, пов'язані з погіршенням гірничо-геологічних умов.

Погіршення гірничо-геологічних умов призводить до того, що навантаження на очисний забій, обладнаний механізованим комплексом, не тільки не збільшується, але, навіть, дещо знижується.

Головними несприятливими гірничо-геологічними умовами можна назвати: наявність основної покрівлі яка важко обвалюється або є нестійкою до безпосередньо покрівлі пласта. При відпрацюванні пластів з важкокерованою покрівлею спостерігається інтенсивний прояв гірського тиску, що характеризуються різкими падіннями основної покрівлі, в результаті яких відбуваються деформації елементів кріплення, повні або часткові завали очисних вибоїв.

Аналіз втрат робочого часу, за даними диспетчерських служб шахт Донбасу, показав, що зафіксовано до 60% зупинок лав через обвалення кривлі. Одна з основних причин подібних явищ - відсутність надійного методу визначення параметрів обвалення покрівлі в очисних вибоях. Особливо інтенсивно вказані явища відзначаються в період первинної посадки основної покрівлі.

Таким чином, дослідження процесів руйнування і обвалення порід покрівлі в очисних вибоях пологих пластів є актуальним питанням.

Мета роботи. Геомеханічне обґрунтування параметрів обвалення покрівлі в лавах пологих пластів, для прогнозування кроку первинної посадки покрівлі.

Об'єкт дослідження. Породи покрівлі над виробленим простором лав пологих пластів.

Предмет дослідження .Напружено-деформований стан порід покрівлі при веденні очисних робіт на пологих пластах.

Задачі роботи:

1. Аналіз параметрів протікання процесів зрушення і обвалення порід покрівлі.
2. Дослідження гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов відробки шахтного поля.
3. Розроблення методики визначення параметрів зсуву і обвалення покрівлі в очисних вибоях пологих пластів.

Новизна роботи

1. Визначені параметри обвалення і руйнування порід покрівлі над виробленим простором з урахуванням їх фізико-механічних властивостей і горно-геологічних умов залягання.
2. Вперше запропонована залежність визначення коефіцієнта концентрації напружень з урахуванням параметрів зсуву порід покрівлі.
3. При взаємодії породних шарів відбувається розділення масиву на групи. При цьому породи в групі діють як цілий породний шар. Їх фізичні властивості усереднюються.

1. АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРОТІКАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗРУШЕННЯ І ОБВАЛЕННЯ ПОРІД ПОКРІВЛІ В ОЧИСНОМУ ВИБОЇ

1.1. Загальна картина зрушення гірських порід над виробленим простором

Зрушення гірських порід - це тривалий і багатостадійний процес деформування підроблених масивів порід, що викликається переміщеннями їх в сторону виробленого простору. У процесі зсуву ділянки масиву порід, що потрапляють у зону впливу виробленого простору послідовно або одночасно, зазнають всі види деформування: вигин, зсув, розтяг, стиск.

Процес зрушення починає розвиватися від виробки. На рисунку 1.1.1. показано перерозподіл напружень у масиві порід при спорудженні в ньому гірничої виробки.

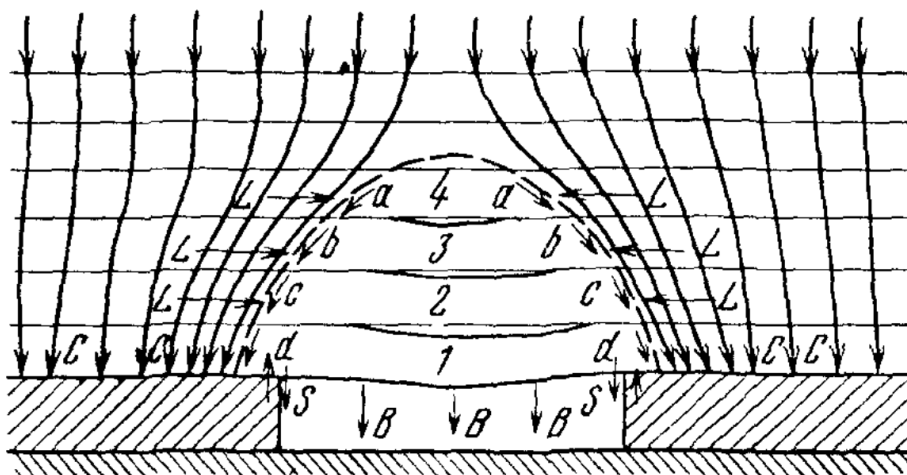


Рисунок 1.1.1. –Схематичне зображення розподілу сил над горизонтальною виробкою

При цьому в покрівлі виробки утворюється зона розвантаження, зокрема породи, які передають тиск на шар порід, що безпосередньо примикають до покрівлі, або на кріплення. При певному співвідношенні характеристик міцності, деформації і розмірів породи, покрівлі починають згинатися і руйнуватися. Якщо оголення порід у покрівлі досить велике або

виробку поступово розширюють, процес руйнування захоплює нові зони, досягаючи земної поверхні.

Безпосередньо над очисною виробкою шари порід втрачають суцільність і обвалюються в вироблений простір. Висота зони обвалення становить від 2 до 6 m (m - потужність пласта, рудного тіла), вище послідовно розташовані зона тріщиноутворення (заввишки 20-40 m), де в шарах, що прогинаються утворюються тріщини, які повністю перетинають шари приблизно по нормалі до нашарування, і товща, де гірські породи розшаровуються і прогинаються без утворення тріщин. Навколо очисної виробки, за рахунок зависання і прогину порід, утворюється зона опорного тиску, в якій породи в основному стискаються, і за рахунок цього площа на земній поверхні, що піддається зсуву, за розміром завжди перевищує площу відпрацьованого вугільного пласта. [1]

Частина масиву гірських порід, що зазнала деформацій під впливом гірничої виробки, називається областю зрушення гірських порід. Величини розподілу зрушення і деформацій в області зрушення гірських порід залежать від гірничо-геологічних умов. У загальному випадку в цій області розрізняють кілька зон зсуву (рис. 1.1.2). Зона обвалення характеризується повною втратою зв'язку між окремими частинками масиву і безладним переміщенням їх у бік виробленого простору. Ця зона утворюється лише в тих випадках, коли поклад відпрацьовується системами з обваленням порід, що налягають (природним або примусовим). Не у всіх випадках зона обвалення може поширюватися до земної поверхні. Це залежить від співвідношення глибини розробки і потужності покладу який виймається, а також гірничо-геологічних умов родовища (розмірів і кута нахилу покладу, фізико-механічних характеристик порід).

ABCDE – зона обвалення; FGKLMN – границя зони тріщин (зсув з розривом суцільних порід); OPR – границя зони плавних зсувів; GSK і LTM

– області опорного тиску. 1 - вугільний пласт, 2 - відпрацьована частина пласта, 3 – положення земної поверхні до відробки пласта.

Безпосередньо до зони обвалення примикає зона тріщин, тобто зона, де масив підроблених порід деформується з розривами суцільності, з утворенням тріщин різної ширини (від декількох міліметрів до одиниць метрів) і протяжності. Для цієї зони характерно збереження початкового орієнтування в просторі частинок масиву, незважаючи на значну (місцями - повну) втрату зв'язку між ними. Між зоною обвалення і зоною тріщин немає чіткої межі.

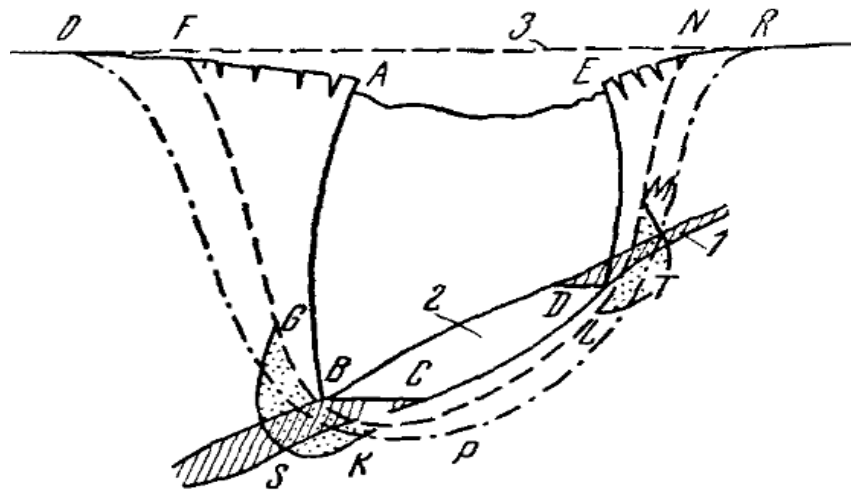


Рисунок 1.1.2 – Зони зсуву гірських порід.

Зона тріщин утворюється в результаті деформацій вигину і зсуву окремих шарів і ділянок порід в периферійній частині масиву, який прилягає до обвалених порід. У процесі розвитку зони обвалення за рахунок зони тріщин прикордонні ділянки порід утворюють консольні зависання, які, прогинаючись у бік зони обвалення, відокремлюються від масиву. На поверхні при цьому утворюються уступи у вигляді терас, розділені тріщинами, які є паралельними межі зони обвалення.

Остання, крайня, із зон зрушення гірських порід - це зона плавних зсувів. Тут переміщення і деформації порід відбуваються без розриву суцільності. Розміри зони і величини деформацій у більшій мірі залежать від

міцнісних і деформаційних характеристик порід. Так, в породах слабких, пухких, і в тих, що пластично деформуються (піски, глини, сланці і т. п.) розміри зони плавних зрушень найбільші, відповідно великі і абсолютні величини переміщень і деформацій. Слід зазначити, що в таких умовах зона тріщин порівняно мала або взагалі відсутня. У багатьох випадках дані породи не утворюють зони обвалення, і вироблений простір заповнюється за рахунок плікативного прогину порід вище розташованої товщі.

У породах високої міцності і крихких зона плавних зрушень вельми мала за розмірами, а деформації дуже незначні, іноді їх навіть важко спостерігати. У цих умовах зовнішні межі зони тріщин до зони плавних зрушень зовні збігаються.

Деформації порід навколо гірничої виробки відбуваються, як правило, за наявними природним поверхням ослаблення. Більшою мірою це положення відноситься до переміщень і деформацій елементів і підробленого масиву в цілому при зрушенні гірських порід. Ця особливість поведінки порід при зрушенні і аналогія процесу з механізмом пластичних деформацій середовища вперше використана С. Г. Авершиним.

Облік структурної роздробленості масиву підроблених порід в теоретичних вишукуваннях і практичних розрахунках може здійснюватися: а) шляхом введення коефіцієнта структурного ослаблення, що характеризує зменшення міцності масиву у порівнянні з міцністю порід які складають його; б) ототожненням кутів зсування порід з кутами нахилу найбільш ймовірних систем тріщин; в) розглядом великої тектонічної тріщини (зони) в якості можливої поверхні зрушування порід і т. д. [2]

Зари Н.М. та Музафарова Ф.И надали свою схему зрушення масиву для одиночної лави.

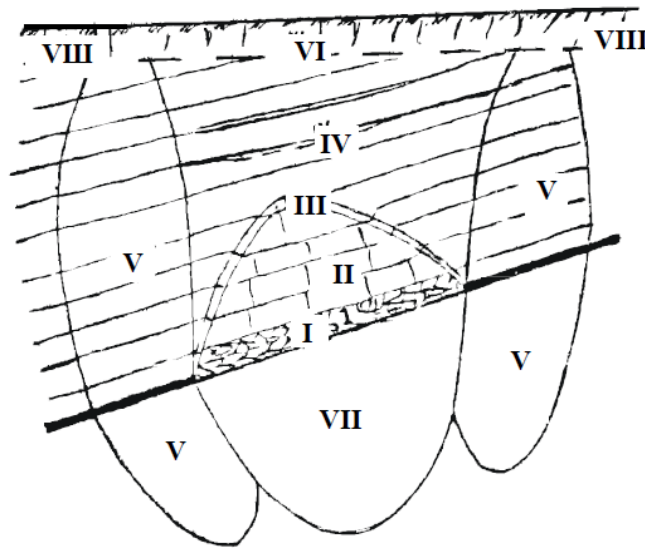


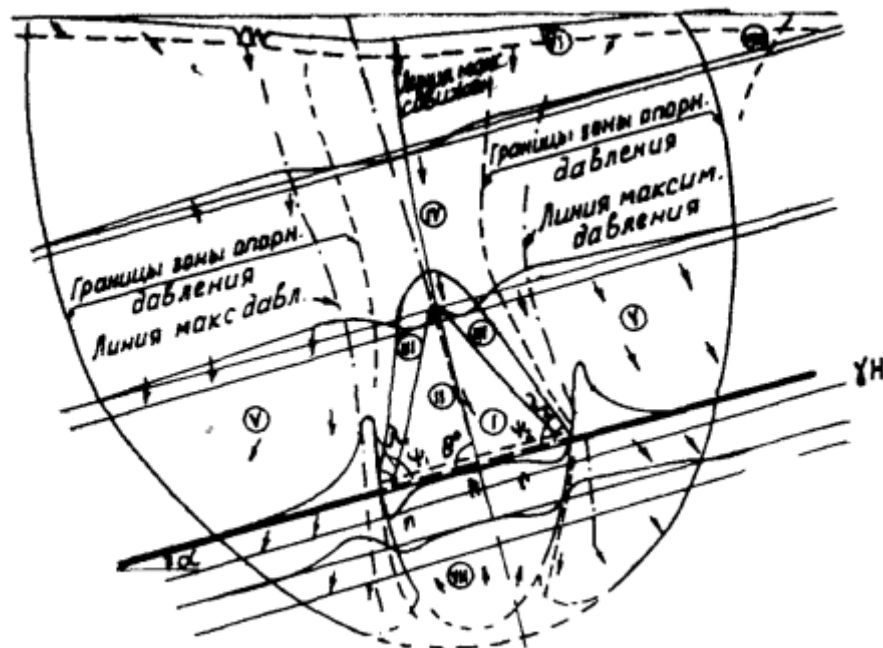
Рисунок 1.1.3. - Схема зрушення масиву

- I - Зона безладного обвалення;
- II - Зона вільного та послідовного прогину шарів з розривом їх суцільності (ядра купола зсування);
- III - Зона найбільших прогинів шарів з можливим утворенням порожнин і розкритих тріщин;
- IV - Зона спільного прогину підробленої товщі порід з важко помітним розривом їх суцільності по нашарування;
- V - Зона опорного тиску;
- VI - Зона яка прилягає до земної поверхні;
- VII - Зона пружного відновлення або підняття порід підосви;
- VIII - Зони незначною розвантаження, що супроводжуються підняттям порід.

Висота зони безладного обвалення, в якій розпушені породи створюють підпір для тих шарів покрівлі і ґрунту, що прогинаються, є невелика і не перевищує 4 - 6 кратної потужності пласта. Нерідко обвалення порід взагалі не відбувається в тих випадках, коли ширина виробленого простору недостатня для обвалення порід покрівлі або, коли створюються умови плавного зближення бокових порід у виробленому просторі.

Зона повних зрушень, оконтурена кутами ψ , включає зону I і центральні частини II і III зон. Вона характеризується тим, що породи в ній отримали опору на підшві пласта, який виймається. Висота II і III зон дорівнює довжині лави. IV зона поширюється до наносів. У ній спостерігається порожнини між шарами. У VI зоні - на невеликій відстані від поверхні (12 - 18 м) можуть бути розриви. Причина їх - різке зменшення жорсткості шарів, так як породи слабкі. У зоні VII напруження перпендикулярні нашаруванню менше відповідних напружень в недоторканому масиві. Така зона є в покрівлі (I - II). Форма зони VII зони - парабола. У зонах VIII можливе підняття порід, так як вони працюють як балки. Зона опорного тиску - в ній при проведенні гірничої виробки сила тяжіння порід над виробленим простором, які не отримали опори на підшві виробки, перерозподілена на недоторкані частини пласта, перевантажуючи їх. [3]

Загальна схема зрушень всієї товщі гірських порід і перерозподілу гірського тиску в результаті ведення очисних робіт, запропонована професором Д. Н. Оглобліним, доцентами Н. М. Зорей і Ф. І. Музафаровим, представлена на рисунку 1.1.4.



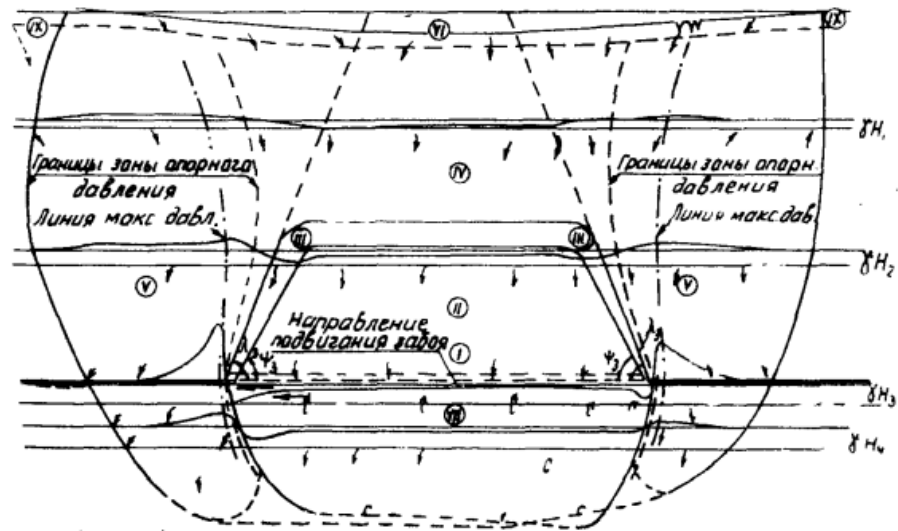


Рисунок 1.1.4. – Загальна схема зсуву товщі гірських порід

Як видно з рисунку 1.1.4, зрушення гірських порід і перерозподіл гірського тиску в товщі порід в результаті ведення очисної виїмки можна розділити на 9 зон.

I зона – зона безладного обвалення порід – знаходиться безпосередньо над виробленим простором, висота дорівнює 2 – 4 потужностям пласта.

II зона – зона упорядкованого обвалення – розташована вище першої зони, в шаруватих породах приймає форму склепіння, оконтурена кутами повних зсувів ψ_1 – по падінню, ψ_2 – по повстанню і ψ_3 – по простяганню. Кут $\psi_1 \approx \psi_2 \approx 60 - 70^\circ$, кут ψ_3 для вибою, що рухається дорівнює $5-55^\circ$.

III зона – зона максимальних деформацій порід на границі повних зсувів – оконтурюється кутами λ_1 , λ_2 і λ_3 по падінню, повстання і простяганню. Кути λ_1 , λ_2 і λ_3 , як правило, трохи більше кутів ψ_1 , ψ_2 і ψ_3 . Але враховуючи, що ця різниця невелика, для визначення висоти склепіння повних зрушень можна користуватися значеннями кутів ψ .

IV зона – зона прогину шарів без розриву суцільності – охоплює товщу порід, що лежать вище третьої зони. Вона характеризується плавним прогином шарів з незначним збільшенням їх потужності за рахунок

розпушення і розшарувань. При малих глибинах зона повних зрушень виходить на поверхню і тоді IV зона відсутня.

V зона - зона опорного тиску - виникає в результаті прогину порід, прилеглих до III зоні, і ваги порід IV зони.

Величина зони опорного тиску залежить від глибини робіт, розмірів виробленого простору, потужності і властивостей пласта і вміщуючих порід.

Розмір зони збільшується з ростом площі виїмки до тих пір, поки третя зона не вийде на поверхню. Після цього розміри V зони залишаються постійними і при збільшенні площі виїмки.

VI зона – зона, що прилягає до земної поверхні над виробленим простором. У ній можуть утворитися тріщини розриву, що виходять на земну поверхню поблизу мульди зрушення.

VII зона – зона пружного відновлення підосви. У ній відбувається підняття підосви і розвантаження її від гірського тиску, що викликається вагою порід, що лежать на підосві пласта.

VII зона має форму зворотного склепіння. Глибина її приблизно дорівнює розміру виробленого простору.

При виході III зони на поверхню глибина зони розвантаження стає постійною.

VIII і IX зони - зони підняття поверхні на межі з VI зоною, обумовленої прогином порід IV зони.

У міру відходу очисного вибою від розрізної печі навколо виробленого простору утворюється зона не пружних деформацій, що охоплює породи покрівлі, підосви і вугілля. В цій зоні відбувається рух порід і вугілля в бік виробленого простору як за рахунок пружного відновлення, так і за рахунок збільшення обсягу порід в цій зоні в результаті появи в них тріщин. При цьому в покрівлі вага порід сприяє їх обвалення, а в підосві зменшує величину пружного відновлення.

Над виробленим простором у міру його збільшення породи покрівлі обрушаються окремими шарами під кутом $\psi = 67 - 70^\circ$ до площини нашарування. Причина такого явища лежить в тому, що точка закладення кожного наступного шару зміщується і обвалення має східчасту форму у вигляді зводу

Після того, як забій лави відійде від розрізної печі на відстань, рівну довжині лави, такий же звід утворюється з падіння. Потім у міру посування забою зберігається звід по падінню (при виїмці по простяганню). При куті обвалення $\psi = 67-70^\circ$ на висоті, рівній довжині лави, звід замкнеться. Таким чином, його висота дорівнює приблизно довжині лави. [4]

Явище зрушення гірських порід прийнято характеризувати певними геометричними і тимчасовими параметрами, що характеризують не сам процес, а його стан на кінцевій або на деяких проміжних стадіях. Ці параметри дозволяють не тільки якісно, але і кількісно оцінити явище і використовуються при розрахунку величин зсування порід, при визначенні і встановленні мір охорони споруди та природних об'єктів.

Найбільш примітним проявом зрушення гірських порід на земній поверхні є мульда зрушення, що представляє собою площу поверхні над виробленим простором, точки якої зазнали вертикальні і горизонтальні переміщення. Розміри мульди зрушення (площа), як правило, більше проекції площі виробленого простору.[2]

Під мульдою зрушення розуміють ділянка земної поверхні, яка зазнала зсувів, величини яких перевищують так звані граничні значення зрушення і деформацій (нахили і розтягування $0,5 \cdot 10^{-3}$ осідання 10 - 15 мм).

До основних параметрів, що характеризують процес зрушення земної поверхні, відносяться:

1. Граничні кути β_0 , γ_0 , δ_0 - зовнішні щодо виробленого простору кути, утворені на вертикальних розрізах в головних перетинах мульди горизонтальною лінією і лініями, що з'єднують границі виробленого простору з границями мульди зрушення (рис 1.1.4)

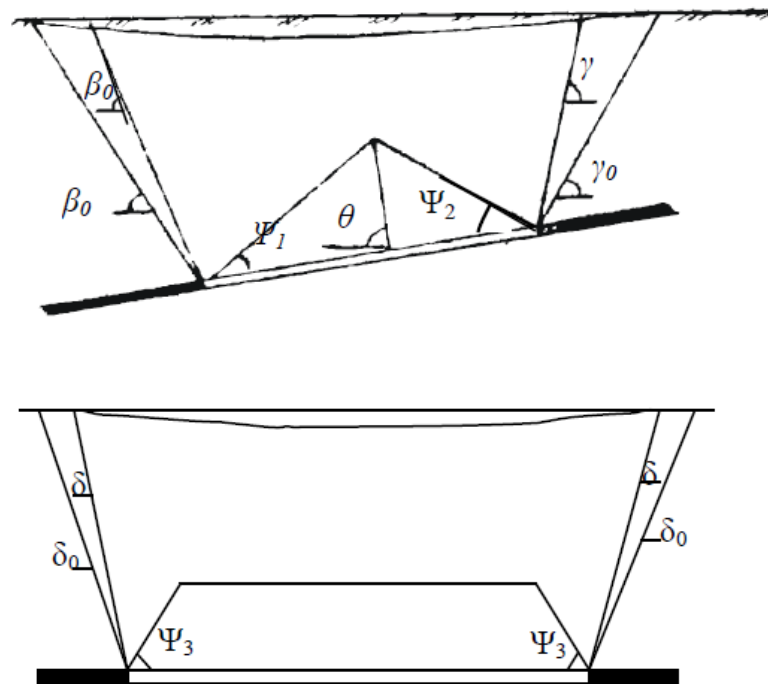


Рисунок 1.1.4 – Кути зсуву

2. Кути зрушення в корінних породах β , γ , δ - з границями небезпечних зсувів. За межі небезпечних зсувів в головних перетинах мульди зрушення приймаються точки, в яких величини деформації мають так звані критичні значення: нахили $4 \cdot 10^{-3}$; розтягування $2 \cdot 10^{-3}$; кривизни $0,2 \cdot 10^{-3}$.

3. Кути повних зрушень ψ_1 , ψ_2 , ψ_3 - внутрішні відносно виробленого простору кути, утворені на вертикальних розрізах в головних перетинах мульди площиною пласта і лініями, що з'єднують границю виробленого простору з межею плоского дна мульди.

4. Кут максимального осідання θ - кут з боку падіння пласта, утворений на вертикальному розрізі в головних перетинах мульди горизонтальною лінією і лінією, що з'єднує середину очисної виробки з

точкою максимального осідання при відсутності плоского дна в мульдї або серединою плоского дна мульдї.

5. Максимальні величини зсування (вертикальні, горизонтальні та ін) поверхні.

Ці параметри є умовними, і вони не відображають дійсну область тріщиноутворення в масиві, а служать лише для визначення меж зони тріщин при рішенні технічних задач по охороні споруджень і природних об'єктів.

Характер зсуву гірських порід впливає на прояв гірського тиску у вертикальних шахтних стволах, в підготовчих і очисних виробках.[3]

Аналітичні дослідження інституту фізики гірських процесів НАН України щодо породного масиву, показали, що породні шари в шаруватому гірському масиві утворюють групи породних шарів, які взаємодіють між собою, сумісно прогинаються і обвалюються.

Якщо потужність шару привантаження менше ніж потужність несучого шару, вони є шарами привантаження. А якщо потужність верхніх шарів більша потужності несучого шару, то вони взаємодіють сумісно. [5]

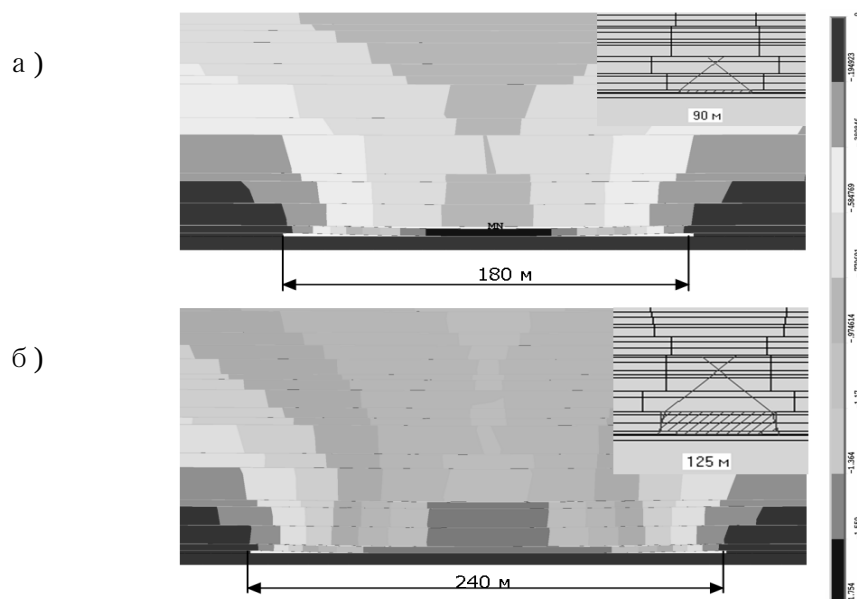


Рисунок 1.1.5. Вертикальні зсуви породних шарів покрівлі в момент опускання на підшву: а) безпосередня покрівля; б) основна покрівля.

Спираючись на це можливо запропонувати , що ці шари діють і обвалюються сумісно. Таким чином їх фізико-механічні властивості усереднюються.

1.2. Аналіз гіпотез формування гірського тиску

Гірські породи в недоторканому масиві знаходяться в стані напруженої рівноваги. При веденні очисних робіт рівновага в масиві порушується і відбуваються складні, різноманітні процеси. Існує декілька гіпотез про прояви гірського тиску в зонах очисних робіт.

Гіпотезами гірського тиску називають науково обґрунтовані припущення про його прояви в масиві порід, головним чином, в зонах тих чи інших гірничих виробок. Проблемами розрахунку гірського тиску для тих чи інших гірничо-геологічних і гірничо-технічних умов займалися: М.М.Протодьяконов, П.М.Цимбаревич, В.Д.Слесарев, А.Н.Динник, А.Б.Моргоевский, С. Г.Лехницький, Г.Н.Савін, А.Г.Протосеня, А.Лабасс, А.Н.Ставрогін, К.А. Ардашев, І.В.Баклашов, Б.А.Картозия, Н.С.Буличев, І. Л.Черняк, Г.Л.Фисенко, Р.Квапил та інші

Деякі із запропонованих гіпотез забезпечили створення простих інженерних методів розрахунку, що дають прийнятні для практики вирішення окремих завдань гірського тиску.

В даний час широкий розвиток отримали теорії гірського тиску, в основі яких лежать строгі методи механіки суцільного середовища, що дозволяють вирішувати завдання, пов'язані з проявами гірського тиску на більш високому рівні.

Аналіз гіпотез гірського тиску представляє собою досить складну задачу, бо є об'ємною. Тому обмежимося тими гіпотезами, які набули більш широкого розповсюдження, а також гіпотезами, які спираються на положення статички суцільного середовища.

Гіпотеза склепіння

Гіпотеза склепіння тиску базується на тому, що в процесі ведення гірських робіт навколо виробки утворюється звід тиску, основа якого підтримується з одного боку на вугільному пласті, з іншого - у виробленому просторі на обрушених і ущільнених породах. Звід переміщається по мірі

посування лави і зберігається в режимах її відпрацювання до першої посадки покрівлі.

Спочатку гіпотеза поширювалася на виробки типу штолень, штреків (Ріттер 1879р., Файоль 1886р.), а потім на очисні виробки (1912р., проф. М.М. Протодьяконов). [3]

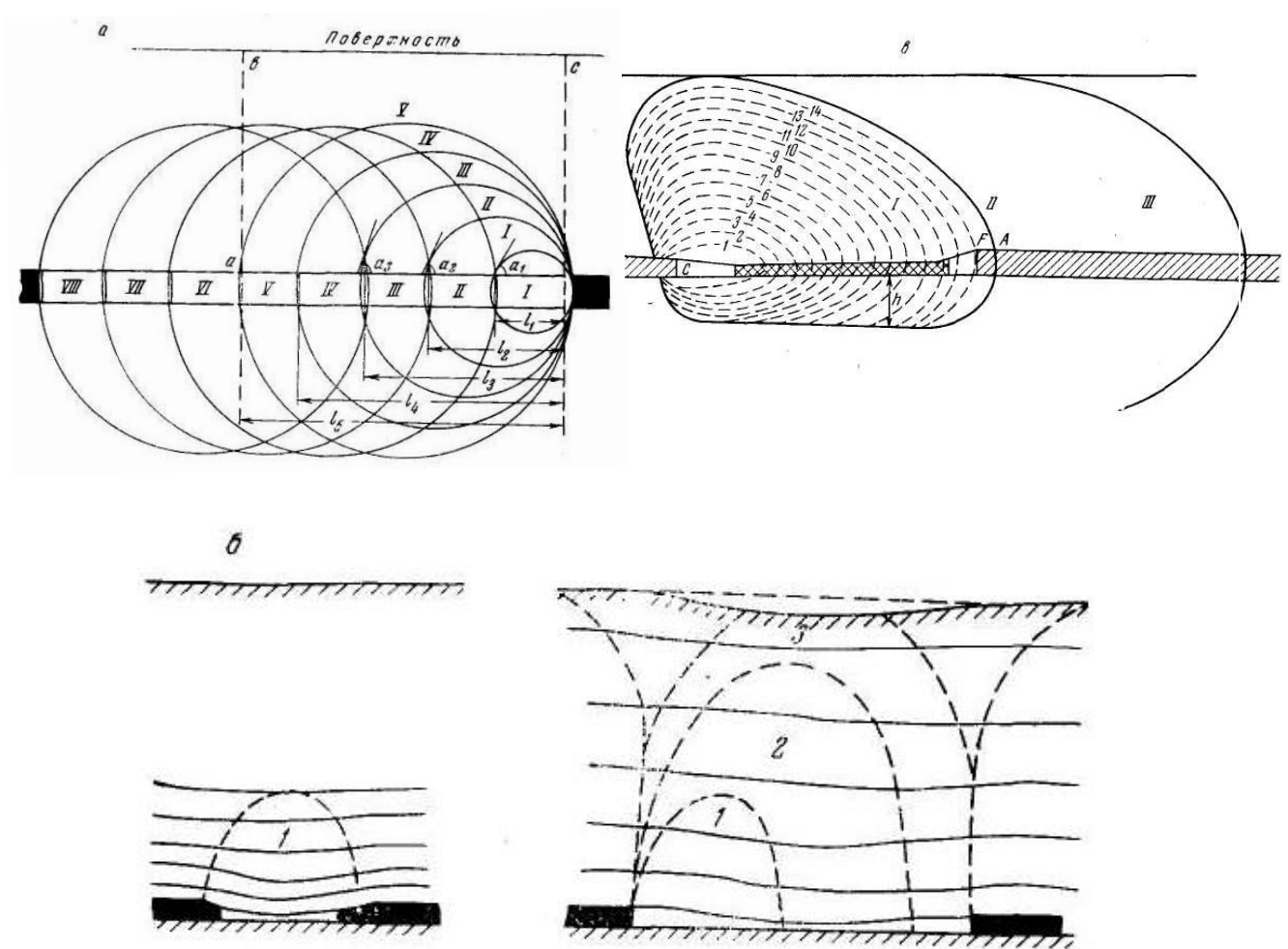


Рис. 1.2.1. – Характер розвитку склепіння руйнування а) по В.Д. Слесареву;
б) по С.Г. Авершину; в) по А. Лабассу.

М.М. Протодьяконов запропонував формулу для розрахунку навантажень на привибійне кріплення:

$$p_x = \frac{\gamma \cdot (a^2 - x^2)}{n \cdot a \cdot f}, \quad (1.2.1)$$

де γ – об’ємна вага породи;

n – д число стійок на 1 м² площі покрівлі;

α – півпроліт зводу;

f – коефіцієнт міцності порід покрівлі по М.М. Протодьяконову;

x – відстань від розглянутої стійки до забою.

Ширину смуги вугілля, що розчавлює, попереду очисного вибою М.М. Протодьяконов запропонував визначати з виразу:

$$S = 0,26 \cdot \cos(\alpha) \sqrt{\frac{a \cdot H}{f}} \quad (1.2.2)$$

де H – глибина ведення гірничих робіт;

α – кут падіння пласта.

Недоліки гіпотези в тому, що не можна точно визначити величину прольоту склепіння, кріплення працює в режимі заданого навантаження.

Гіпотеза балок

Заснована на припущенні, що робота покрівлі очисного забою достатньої довжини, представленої твердими шаруватими породами, має схожість з роботою консольних балок, що спираються на масив вугілля і ущільнені породи виробленого простору.[6]

Вперше в 1867 році була опублікована Шульцем. Пізніше розвивалась іноземними і російськими (Слесарев В.Д., Беланенко Ф.А.) вченими.

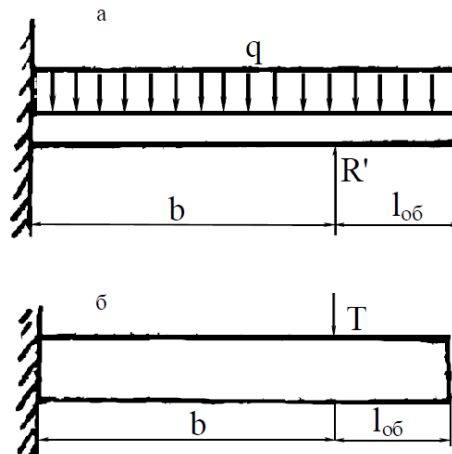


Рисунок 1.2.2. – Розрахункова схема гіпотези консольної балки:

а – від дії безпосередньої покрівлі;

б – з урахуванням впливу основної покрівлі

Реакція привибійного кріплення визначається, виходячи з ваги порід безпосередньої покрівлі.

Реакція спеціального кріплення залежить від того, чи робить основна покрівля вплив на безпосередню чи ні:

при $f_2 > f_1$ - надає;

при $f_2 < f_1$ - не надає;

f_2 і f_1 - прогини покрівлі основної та безпосередньої покрівлі над спеціальним кріпленням. Використовується метод теорії пружності про вигин балки.

$$f_1 = \frac{\gamma_1 \cdot h_1 \cdot l_1^4}{8 \cdot E'_1 \cdot I'_1}, \quad (1.2.3)$$

де E'_1 , I'_1 – відповідно приведені модуль пружності і момент інерції перетину всієї безпосередньої покрівлі.

$$f_2 = \frac{\gamma_2 \cdot h_2 \cdot l_1^2}{24 \cdot E'_2 \cdot I'_2} \cdot \left(6 - 4 \cdot \frac{l_1}{l_2} + \frac{l_1^2}{l_2^2} \right), \quad (1.2.4)$$

$$\text{де} \quad l_2 = \sqrt{\frac{h_2 \cdot R_{\text{изг } 2}}{3 \gamma_2}} \quad (1.2.5)$$

При $f_2 < f_1$ рівняння сумісності деформації $f_R - f_{q1} = 0$.

Тоді

$$\frac{R' \cdot \varepsilon^3}{3 \cdot E'_1 \cdot I'_1} = \frac{q_1 \cdot (l_{o\delta} + \varepsilon)^2 \cdot \varepsilon^2}{24 \cdot E'_1 \cdot I'_1} \cdot \left[6 - 4 \cdot \frac{\varepsilon}{(l_{o\delta} + \varepsilon)} + \frac{\varepsilon^2}{(l_{o\delta} + \varepsilon)^2} \right] \quad (1.2.6)$$

звідси

$$R' = \frac{q_1 \cdot (3\varepsilon^2 + 8\varepsilon l_{o\delta} + 6l_{o\delta}^2)}{8\varepsilon} \quad (1.2.7)$$

При $f_2 > f_1$ $R = R' + R''$, де R'' – реакція кріплення від дії основної покрівлі.

$$R'' = T \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{l_{o\delta}}{\varepsilon} \right) \quad (1.2.8)$$

T – тиск, який виникає від прогину основної покрівлі на безпосередню покрівлю, а потім на кріплення.

З рівняння сумісності деформацій визначимо T .

При цьому $f_2 - f_1 = f_T$;

$$f_T = \frac{T \cdot l_1^3}{3E'_1 \cdot I'_1} + \frac{T \cdot l_1^3}{3E'_2 \cdot I'_2}; \quad (1.2.9)$$

$$E'_1 = \frac{4E'_{ст} \cdot E'_p}{\left(\sqrt{E'_{ст}} + \sqrt{E'_p} \right)^2} \quad (1.2.10)$$

$$I'_1 = I_0 + F'_0 \cdot V_0' \quad (1.2.11)$$

F'_0 – площа поперечного перетину балки безпосередньої покрівлі.

$$F'_0 = \varepsilon_1 \cdot h_1;$$

$$V_0' = \left(\frac{h_1 \cdot \sqrt{E'_{ст}}}{\sqrt{E'_{ст}} + \sqrt{E'_p}} - \frac{h_1}{2} \right); \quad (1.2.12)$$

V_0' - відстань від нейтральної осі до середини балки.

Гіпотеза балки має значні недоліки, у ній не враховано те, що покрівля складається не з одного, а із багатьох шарів різної міцності, шари

$$R_0 = \frac{s^2}{2U_0} \cdot \frac{3U_0^* + U_0}{3U_0^* + 2U_0} ; \quad (1.2.14)$$

$$U_0^* = \alpha \cdot \gamma \cdot H \cdot \frac{h_{нл}}{E_{нл}} , \quad (1.2.15)$$

$$\text{де} \quad K = \frac{3(2-\nu)}{2-\nu} ; \quad (1.2.16)$$

U_0^* – отримано на основі теорії розмірності , а α на основі одного шахтного експерименту.

При цьому U_0^* визначалося далеко попереду лави і вийшло досить великим. При порівнянні обчислених значень з вимірними це не враховувалося, так як U_0^* зазвичай вимірюється тільки на лінії забою.

Допущення і недоліки гіпотези К.В. Руппенейта не применшують її значення для розвитку аналітичних методів. К.В. Руппенейтом поставлене і вирішене певне завдання із застосування методів механіки суцільного середовища, але не відноситься до реальних умов взаємодії кріплення і бічних порід в лавах пологих пластів. Корисним тут може бути висновок, що методи механіки суцільного середовища, але в поєднанні із загальними методами механіки, можуть бути застосовані при побудові гіпотези гірського тиску. Постановка задачі і розрахункова схема повинні бути змінені. [3]

Гіпотеза П.М. Цимбаревича.

Гіпотеза призм сповзання професора П.М. Цимбаревича пропонувалася для пластів тонких і середньої потужності, які мали горизонтальне положення. За П.М.Цимбаревичем, «... за даних умов для кожної посадки покрівлі опускається смуга порід у вигляді скіс паралелепіпеда». Розрахункова схема приведа на рис. 1.2.4.

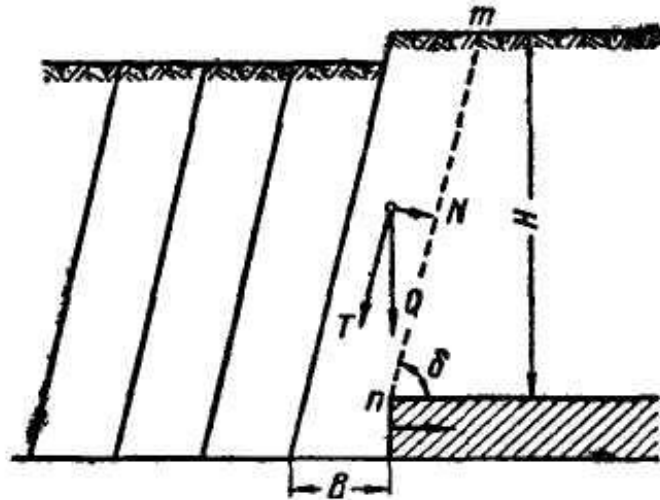


Рисунок 1.2.4. – Схема переміщення порід товщі, що підроблюється, по П.М. Цимбаревичу.

Згідно запропонованої розрахункової схеми, П.М. Цимбаревич стверджує, що «... тиск на кріплення очисного забою за наявності покрівлі малозв'язаних гірських порід обумовлений вагою останніх, укладених в призмі ABCD, відриваються від масиву і переміщуються в бік виробленого простору. Передбачається, що призма повертається навколо точки А, чим обумовлює нахил і прогин покрівлі в сторону робочого простору очисного забою [7]. Сповзанню призми ABCD по площині АВ перешкоджає зчеплення і тертя порід, одночасно дія яких враховується тангенсом кута внутрішнього тертя. У результаті руху порід виникають сили, викликані силою тяжіння порід, укладених в призмі ABCD:

$$Q = \gamma \cdot B \cdot H \quad (1.2.17)$$

де γ – питома вага порід, кН/м^3 ;

B – ширина приви́бійного простору, м;

H – глибина розробки, м ;

Сила, яка викликає зміщення смуги до низу,

$$T = Q \cdot \sin(\delta) = \gamma \cdot B \cdot H \cdot \sin(\delta). \quad (1.2.18)$$

Сила опору зміщення смуги

$$(1.2.19)$$

$$F = N = \gamma \cdot B \cdot H \cdot \sin(\delta) \cdot \operatorname{tg}(\varphi)$$

Умови рівноваги мають вигляд:

$$F = T; \gamma \cdot B \cdot H \cdot \cos(\delta) \cdot \operatorname{tg}(\varphi) = \gamma \cdot B \cdot H \cdot \sin(\delta), \varphi = \delta \quad (1.2.20)$$

Для механізованого кріплення з урахуванням ширини секції кріплення b маємо:

$$R = b \cdot \gamma \cdot B \cdot H \cdot (1 - \operatorname{tg}(\varphi) \cdot \operatorname{ctg}(\delta)). \quad (1.2.21)$$

Дослідження А.А. Борисова показали: «Загальна картина деформацій, переміщень і руйнувань порід товщі, що покриває, представляється наступним чином. При посуванні забою попереду нього утворюються тріщини у земної поверхні, спрямовані під кутом $65-70^\circ$. У міру підходу забою ці тріщини розкриваються і поглиблюються, досягаючи пласта який розроблюється майже безпосередньо над вибоєм. Як правило, вони не вертикальні і не є строго паралельними. У більшості випадків тріщина змінює кут падіння: у поверхні він становить $80-85^\circ$, потім крутість його збільшується, а в межах безпосередньої покрівлі тріщини отримують зворотне падіння під кутом $70-75^\circ$ до горизонту, виділяючи своєрідні призми сповзання ... [8] (див. рис. 1.2.5).

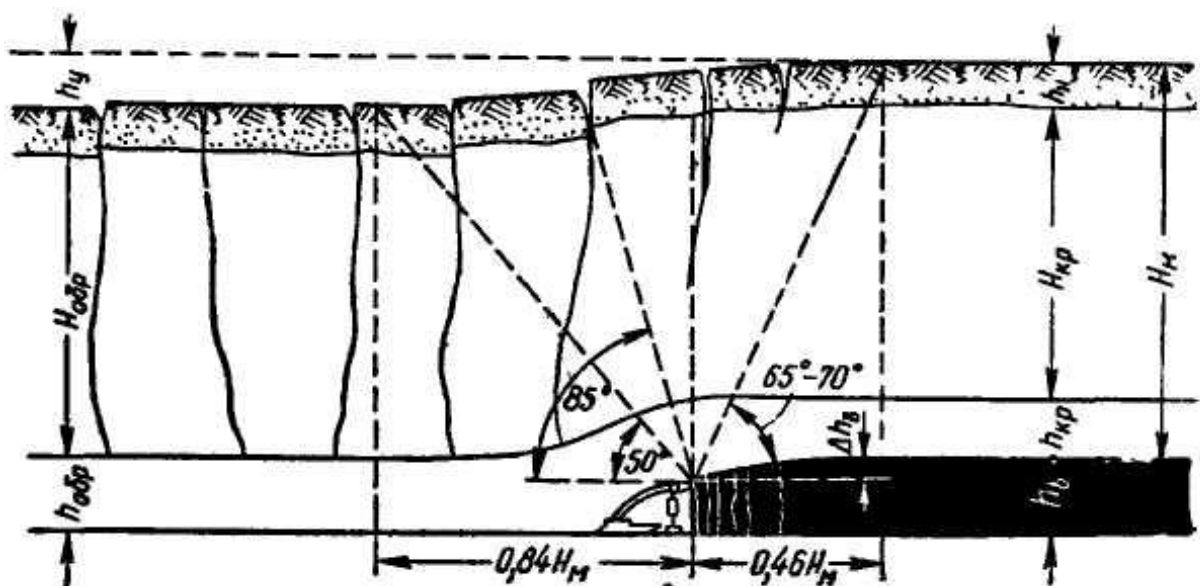


Рисунок 1.2.5. – Схема руйнування товщі, яка складена слабкими породами по А.А. Боросиву.

Таким чином, розвиток і форма тріщин показують, що причиною їх виникнення є деформації згину, порід, звисаючих над приви́бійним простором. Ширина призм сповзання змінюється в межах від величини кроку пересування кріплення до ширини приви́бійного простору. Сповзання призм починається над приви́бійною частиною пласта і продовжується у виробленому просторі. З моменту утворення призми і до початку її сповзання вона відокремлюється тріщиною від решти масиву. На всіх моделях в межах приви́бійного простору спостерігалось розшарування безпосередньої покрівлі і товщі, що розташована [8].

Однорідний масив, складений слабкими породами, до початку очисних робіт може бути представлений, з певними припущеннями, як суцільний. У процесі очисних робіт при сталому режимі руху він перетворюється в дискретну середу з певним характером поділу. Це не дозволяє застосовувати до розв'язання задач з гірського тиску в масиві рівняння механіки суцільного середовища.

Таким чином, хоча в гіпотезі П.М. Цимбаревича відображений в деякій мірі характер переміщень пухких порід, що складають покриває товщу, вона сильно відрізняється від дійсності, особливо для глибоких горизонтів.

Застосовувати гіпотезу призм сповзання проф. П.К. Цимбаревича і запропонований метод А.А. Борисова для визначення величини гірського тиску на кріплення очисних вибоїв можливо при малих глибинах розробки родовищ і дуже слабких породах товщі. При цьому призма, яка відокремилася вільно спирається на механізоване кріплення і представляє конструкцію балки-стілки, у якій в місцях сполучення утворюється концентрація нормальних напружень. При наявності у покрівлі очисної виробки порід, що мають певний коефіцієнт зчеплення, механізоване

кріплення буде діяти не тільки проти сил тяжіння і тертя призми, але й сприймати згинні деформації товщі. Слід зазначити, що гіпотеза призми сповзання і метод А.А. Борисова не встановлює характер розподілу інтенсивності тиску на кріплення очисної виробки та не пояснює прояви опорного тиску попереду вибою.

Детальний аналіз гіпотез гірського тиску дозволяє стверджувати, що задача зі створення обґрунтованих методів розрахунку основних параметрів прояву гірського тиску в лавах пологих пластів залишається на цей час невирішеною.

Для дослідження розподілу напружень в гірничому масиві використовувався метод фізичного моделювання поведінки гірських порід на еквівалентних матеріалах .

Одночасно з ним розвивався ще один метод - оптичний. Оптичний метод є ефективним і теоретично обґрунтованим для дослідження розподілу напружень навколо виробок різної форми. Оптичний метод добре описаний у книзі В.Ф. Трумбачева [9].

Оптичний метод дослідження напруги дає можливість встановити характер розподілу напружень в досліджуваній моделі, відшукати напрямки і за ними побудувати ізолінії головних нормальних напруг.

1.3. Аналіз напруженого стану порід покрівлі

Міцність і стійкість споруд, що зводяться безпосередньо в товщі порід, визначаються напруженим станом, який виникає в результат дії зовнішніх сил (навантажень) і залежить від властивостей гірських порід. Вивчення їх напруженого стану має вестися у всій зоні впливу споруди, яка поширюється зазвичай на значну глибину. Без знання величини напруг і області їх поширення неможливо розрахувати осадку споруди, оцінити стійкість схилів і укосів, а також безпеку експлуатації підземних виробок.

У механіці гірських порід, для розрахунку напруги, використовують положення теорії пружності, які можуть бути застосовані для будь-яких лінійно-деформованих тіл. Отже, при визначенні напружень в породах можна виходити з теорії лінійно-деформованих середовищ. У такому випадку зони пластичних деформацій або відсутні, або мають незначну область розвитку

Значні відхилення від лінійної залежності, при тисках вище межі пропорційності і суттєвому розвитку зон пластичних деформацій, не дозволяють застосовувати рішення теорії пружності.

Теорія пружності зазвичай використовується для визначення напружень за умови стабілізації деформацій під дією зовнішнього навантаження. Отже, при розрахунку напружень гірські породи повинні розглядатися як тіла, що лінійно деформуються, процес деформування яких під навантаженням закінчився. При таких допущеннях величина кінцевих напруг в гірській породі від дії зовнішніх сил буде визначена з необхідною точністю.

Якщо до гірської породи прикладена певна сила, то в ній, як і в кожному матеріалі, виникають внутрішні зусилля. Інтенсивність розподілу внутрішніх зусиль у виділеному елементі породи називають напругою. При дії поверхневих сил таким елементом вважають деякий перетин, проведений через точку тіла, в якій потрібно визначити напругу. Величина напруження σ дорівнює P/F , де P - зусилля на площу перетину F . [10]

Повним напруженням p_v в точці середовища на площадці з заданою нормаллю v називається межа відношення рівнодіючих внутрішніх або зовнішніх зусиль, які припадають на площадку, до площі цієї площадки, якщо остання прагне до нуля. В механіці гірських порід, де досліджуються породні масиви, які складаються з мінеральних агрегатів з кінцевими розмірами структурних і текстурних елементів, площа площадки яку розглядають, прагне не до нуля, а до площі деякої елементарної площадки. Розміри такої елементарної площадки залежать від розміру структурних і текстурних елементів породи і встановлюються в результаті спеціальних досліджень.

Повне напруження як вектору величини можна розкласти на дві складові: нормальне напруження σ_v , паралельне нормалі елементарної площадки, і дотичне напруження τ_v , яке знаходиться у площині площадки.

Для дослідження напруженого стану в точці слід розглянути елементарний об'єм, наприклад елементарного паралелепіпеда, який вирізали з тіла в околиці даної точки площини, паралельними координатним площинам прямокутної системи координат $Oxyz$ (рисунок 1.3.1).

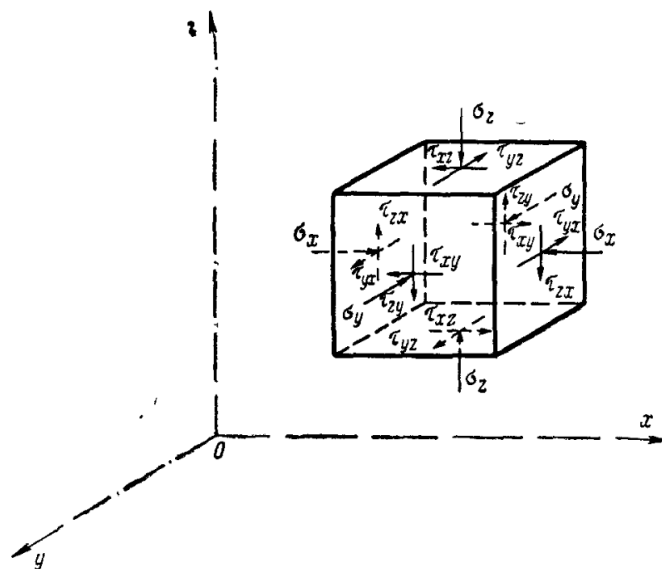


Рисунок 1.3.1. – Позначення компонентів напруженого стану в прямокутній системі координат

Розміри граней елементарного паралелепіпеда відповідають розмірам елементарної площадки, і в цьому сенсі розглянутий елементарний об'єм є досить малим у порівнянні з обсягом напруженого породного масиву. Повні напруги, що діють на кожному з елементарних площадок, які є гранями елементарного паралелепіпеда, можна розкласти на три складові (одне нормальне і два дотичних напруги), паралельні координатним осям.

Якщо при оцінці напруженого стану в точці породного масиву враховувати досить малі розміри елементарного паралелепіпеда і знехтувати його об'ємною вагою, то однойменні і паралельні напруги для кожної пари паралельних граней можна вважати практично однаковими. Тоді напружений стан в точці можна охарактеризувати дев'ятьма складовими напружень, які прийнято називати компонентами напружень, або компонентами напруженого стану в розглянутій точці (три нормальних компонентах і шість дотичних компонентів напружень).

Нормальні напруження позначаються σ з відповідним індексом, що вказує на ту вісь, паралельно якій направлена напруга. Враховуючи, що в задачах механіки гірських порід нормальні напруження є, як правило, стискаючими, будемо вважати стискаючі нормальні напруження (спрямовані по внутрішній нормалі до елементарної площі) позитивними, а розтягуючі нормальні напруження (спрямовані за зовнішньою нормаллю до елементарної площі) негативними. Дотичні напруження позначаються τ з двома індексами: перший індекс вказує на координатну вісь, паралельно якій направлено дотичне напруження, а другий - вісь, перпендикулярну до площі, в якій лежить дотичне напруження. Правило знаків для дотичних напружень наступне: за позитивний напрямок дотичного напруження приймається позитивний напрямок координатної вісі, якій паралельна ця напруга, якщо нормальна напруга, що діє на ту саму елементарну площадку, також направлено за позитивним напрямком відповідної осі; якщо напрямки дотичного і відповідного нормального напруг збігаються з негативними

напрямами координатних осей, дотичне напруження також вважається позитивним; у всіх інших випадках дотичні напруження будуть негативними.

Сукупність компонентів напружень запишемо у вигляді наступної квадратної матриці:

$$T_n = \begin{pmatrix} \sigma_x, & \tau_{xy}, & \tau_{xz}, \\ \tau_{yx}, & \sigma_y, & \tau_{yz}, \\ \tau_{zx}, & \tau_{zy}, & \sigma_z \end{pmatrix}. \quad (1.3.1)$$

За законом про взаємність дотичних напружень, компоненти дотичних напружень, розташовані симетрично відносно головної діагоналі, складеної з компонентів нормальних напружень, рівні між собою:

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}, \quad \tau_{xz} = \tau_{zx}, \quad \tau_{yz} = \tau_{zy} \quad (1.3.2)$$

Таку симетричну квадратну матрицю називають тензором напружень.

Для оцінки напруженого стану в точці можна використовувати й інші системи координат. У механіці гірських порід, де часто доводиться досліджувати напружений стан в околі протяжних гірничих виробок, представляється доцільним використання циліндричної системи координат

За наявності певної симетрії в геометричних розмірах, механічні властивості матеріалу і граничних умовах об'єктів дослідження тензора напружень спрощується. Так, для аналізу напруженого стану в околі протяжної виробки при наявності площин симетрії, нормальних до поздовжньої осі виробки, достатньо розглянути будь-який плоский поперечний переріз, віддалений від сполучень і забою. Розподіл напружень в таких перетинах буде аналогічним, крім того, деформації щодо поздовжньої виробки будуть відсутні. Іншими словами, досить розглянути плоску задачу в постановці плоскої деформації. Відповідний тензор напружень у прямокутній системі координат.[11]

Породний масив до витягу корисної копалини знаходиться в рівноважному напружено-деформованому стані. Компоненти вертикальних і

горизонтальних напружень в довільній точці на глибині H в цьому випадку дорівнюють:

$$\sigma_y = \gamma H, \quad (1.3.3)$$

$$\sigma_x = \lambda \gamma H \quad (1.3.4)$$

де λ - величина бічного розпору. Складові напружень, які можуть бути викликані неотектонічними процесами, вважають зазвичай відсутніми, хоча це і не завжди справедливо.

У міру виймання корисної копалини і переміщення вибою поле напруг навколо очисної виробки змінюється. Область породного масиву, в межах якої відбуваються ці зміни, називається зоною впливу виробітку (рис. 1.3.2). На відміну від підготовчих, зона впливу очисних виробок має значно більші розміри. Нерідко процеси деформації зачіпають всю товщу порід покрівлі аж до денної поверхні, а також породи ґрунту.

В залежності від того, в яку сторону відрізняються напруги від початкового (γH), в околиці очисної виробки розрізняють дві характерні області. Область, в межах якої діють напруги менше початкових, називається зоною розвантаження.

Область, в межах якої діючи напруги перевищують початкові, називається зоною опорного тиску (рис. 1.3.2).

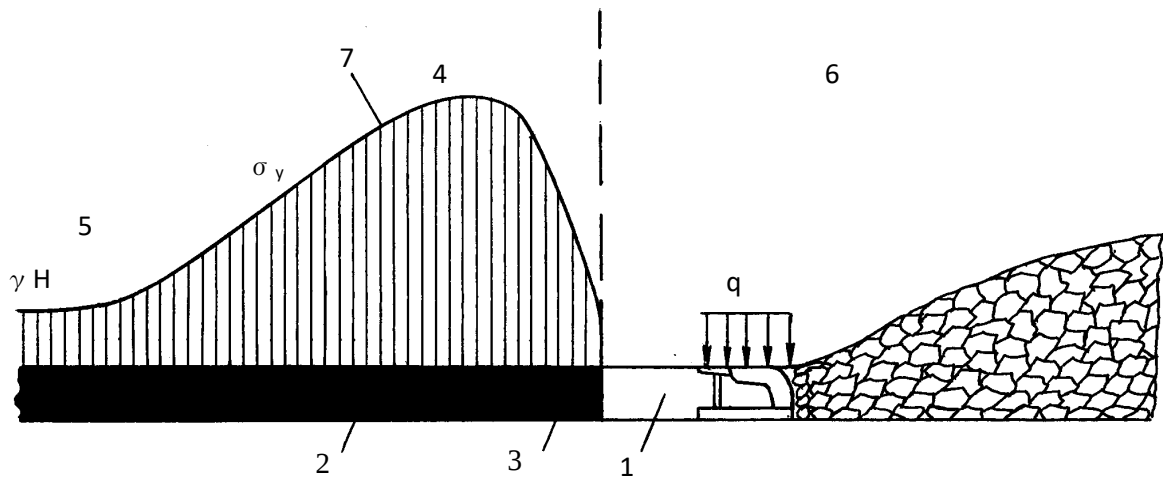


Рисунок 1.3.2. – Схема впливу очисної виробки (лави) на породний масив:

- 1- лава;
- 2- вугільний пласт;
- 3- зона віджиму вугілля;
- 4- зона опорного тиску;
- 5- зона початкового напруженого стану;
- 6- обвалені породи (зона розвантаження);
- 7- епюра вертикальних напружень.

Оскільки забій очисної виробки переміщується в просторі, виділені області також переміщуються разом з ним. При цьому породи, що вміщуються, зазнаючи механічні зміни, поступово переходять з однієї зони в іншу.

Під впливом високих напруг вугілля в краєвій частині пласта, яке примикає безпосередньо до вироблення, руйнується його несуча здатність, падає і максимум опорного тиску переміщується вглиб масиву. Зруйноване вугілля інтенсивно віджимається у вироблення. Це явище використовують у практиці для зниження зусиль на відбивання вугілля. Подібні ж явища мають місце і на рудних родовищах. [12]

Висновки по розділу 1

1. Зрушення гірських порід і перерозподіл гірського тиску в товщі порід, в результаті ведення очисної виїмки, розділяється на 9 зон.
2. Аналіз різних гіпотез щодо гірського тиску показав, що основними механічними процесами, які відбуваються в масиві гірських порід, є розшарування порід покрівлі очисного вибою по мірі відходу останнього від розрізної пічі.
3. Область зсуву обмежена кутами прогину і обвалення.
4. Породні шари при зсуві над виробленим простором починають розшарування і взаємодіють між собою. Характер взаємодії такий: шари діляться на несучий і шари привантаження.
5. Концентрація напружень на кожний породний шар є результат прогину породних шарів над виробленим простором. Сума напружень які виникають при прогинів породних шарів, параметри яких обмежуються областю зсуву порід, являється додатковим опорним тиском.

2. ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНІ І ГІРНИЧОТЕХНІЧНІ УМОВИ ВІДРОБКИ ШАХТНОГО ПОЛЯ шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля»

2.1. Геологічна характеристика шахтного поля.

Кам'яновугільні відкладення Покровського геолого-промислового району утворюють пологу монокліналь. В геологічній будові шахтного поля беруть участь відклади свити C_3^1 верхнього карбону і свит C_2^7 , C_2^6 середнього карбону, повсюдно перекриті утвореннями нижньонеогенового і четвертинного віків.

Залягання порід карбону моноклінальне з кутами падіння від 4 до 15°. Простягання порід в основному меридіональне, у насування простягання переходить в північно-західне з азимутом 310-320°.

Кут падіння змішувача змінюється від 20 до 50°. Вертикальна амплітуда зсуву від 195 до 360м.

Наявність великого тектонічного порушення визначило тектонічну структуру шахтного поля, а саме: розвиток порушень скидного і взбросового характеру, а також значний розвиток дрібноамплітудної тектоніки. Кут падіння порушень 80-85°. Амплітуда зсувів від 0,3-1.2 м до 20-35м.

Крім зазначених порушень гірничими виробками шахти відзначено ряд дрібноамплітудних порушень з амплітудами 0,10-0,70 м. Ці порушення не мають великої протяжності, поширені по площі шахтного поля без видимої закономірності і мають різні елементи залягання. Незважаючи на малі амплітуди, ці порушення нерідко супроводжуються значними зонами ослаблення порід, що досягають 10м. У цих випадках вони ускладнюють ведення очисних робіт, приводячи до додаткових втрат вугілля і засміченню породою.

На полі шахти «Котляревська» промислове значення мають вісім пластів: m_4^2 , m_3 , m_2 , l_8^1 , l_7 , l_3 , l_2^1 , l_1 .

За витриманості пласти відносяться:

до витриманих - l_1 ;

до відносно витриманих - m_4^2, m_3, l_8^1, l_3 ;

до невитриманих - m_2, l_7, l_2^1 .

Всі пласти тонкі і дуже тонкі.

Пласти m_4^2, l_7, l_2^1, l_1 характеризуються простою будовою, пласт l_8^1 і l_3 мають як просту, так і складну будову, а пласт m_3 - складну будову.

По пластах m_4^2, m_3, m_2 і l_8^1 є зони розмиву пласта, по пластах m_3, m_2 і l_8^1 спостерігаються зони розщеплення.

Характеристика вугільних пластів і якості вугілля наводиться в таблицях 2.1.1 та 2.1.

Таблиця 2.1.1 –

Характеристика вугільних пластів

Найменування свити	Найменування пласта	Потужність пласта, м, від – до, ср.		Щільність, т/м ³		Продуктивність пласта на загальну потужність	Відстань по нормалі до нижче розташовано пласта, м	Кут падіння, гр.	Будова пласта	Витримка пласта
		загальна	корисна	вугільних пачок	на загальну потужність					
C ₂ ⁷	m ₄ ²	<u>0,72-1,50</u> 0,94	<u>0,69-</u> <u>1,06</u> 0,85	1,33	1,37	1,822	46	7-10	Проста, іноді складне	Відносно витриманий
	m ₃	<u>0,80-2,07</u> 1,51	<u>0,80-</u> <u>2,01</u> 1,36	1,32	1,36	2,054	11	6-8	Складне 2-3 пачки	Відносно витриманий
	m ₂	<u>0,61-1,34</u> 1,02	<u>0,81-</u> <u>1,18</u> 0,93	1,32	1,38	1,408	49	4-8	Складне 2 пачки	Невитриманий

C_2^6	ℓ_8^1	$\frac{0,54-1,55}{0,90}$	$\frac{0,54-1,09}{0,80}$	1,32	1,41	1,269	12	5-7	Проста і складна 2 пачки	Відносно витриманий
	ℓ_7	$\frac{0,65-1,09}{0,76}$	$\frac{0,65-0,94}{0,74}$	1,29	1,31	0,996	18	5-8	Проста	Невитриманий
	ℓ_3	$\frac{0,79-1,62}{1,19}$	$\frac{0,79-1,46}{1,05}$	1,33	1,44	1,714	10	5-8	Проста і складна 2 пачки	Відносно витриманий
	ℓ_2^1	$\frac{0,70-1,29}{0,97}$	$\frac{0,70-1,29}{0,97}$	1,34	1,34	1,300	30	5-8	Проста	Невитриманий
	ℓ_1	$\frac{0,50-1,48}{1,18}$	$\frac{0,50-1,40}{1,17}$	1,32	1,33	1,569	-	6-8	Проста	Витриманий

Таблиця 2.1.2 –

Якість вугільних пластів

Індекс пласта	Марка вугілля	Волога, %		Зольність, %		Сірка,%
		W _t ^a , процент	W _t ^r , процент	вугільних пачок	з урахуванням засмічення	
m ₄ ²	ДГ	<u>1,6-3,9</u> 2,5	<u>5,2-9,7</u> 7,4	<u>4,5-26,1</u> 13,4	<u>4,5-30,9</u> 15,1	<u>1,0-6,1</u> 3,9
m ₃	ДГ	<u>1,4-4,9</u> 2,9	7,8	<u>4,0-24,4</u> 10,2	<u>4,0-26,4</u> 12,2	<u>1,5-5,3</u> 2,9
m ₂	ДГ	<u>1,9-7,0</u> 3,2	-	<u>5,2-24,8</u> 11,8	<u>5,2-35,0</u> 19,2	<u>1,5-6,0</u> 4,0
ℓ ₈ ¹	ДГ	<u>1,7-4,5</u> 2,8	-	<u>3,4-25,7</u> 12,2	<u>3,4-33,4</u> 18,6	<u>0,7-5,0</u> 2,3
ℓ ₇	ДГ	<u>2,3-6,8</u> 4,0	-	<u>1,4-22,6</u> 7,7	<u>1,4-35,0</u> 12,4	<u>0,8-2,7</u> 1,5
ℓ ₃	ДГ	<u>1,6-2,8</u> 2,3	-	<u>6,8-27,8</u> 12,2	<u>6,8-30,5</u> 21,1	<u>1,0-4,3</u> 2,1
ℓ ₂ ¹	ДГ	<u>1,3-4,0</u> 2,2	<u>2,3-7,1</u> 4,7	<u>2,1-29,3</u> 12,7	<u>2,1-29,3</u> 13,0	<u>1,0-7,2</u> 4,2
ℓ ₁	ДГ,Г	<u>1,1-5,9</u> 2,4	-	<u>4,6-30,6</u> 10,6	<u>4,6-30,6</u> 11,8	<u>1,9-7,9</u> 4,4

У зв'язку з тим, що з восьми пластів, що містять балансові запаси один пласт (l_1) витриманий і чотири (m_4^2 , m_3 , l_8^1 і l_3) відносно витримані, шахтне поле належить до I групи складності класифікації родовищ ДКЗ СРСР.

У межах шахтного поля підземні води укладені в четвертинних, неогенових і кам'яновугільних відкладах.

Водоносними в четвертинних відкладах є лінзи і прошарки тонкозернистих пісків, що залягають серед глин і суглинків. Вони утворюють водоносний горизонт. Його рівень непостійний і залежить від кількості атмосферних опадів які випадають, запаси води в ній незначні і з великою мінералізацією. Частково використовується населенням для господарських цілей.

У неогенових відкладеннях водоносними є дрібнозернисті кварцові піски потужністю до 40м. Живлення водоносного горизонту здійснюється за рахунок інфільтрації атмосферних опадів і поверхневих водотоків. Безпосередньої участі в обводнюванні гірничих виробок вони не приймають. Однак рівномірно і постійно підживлюють водоносні горизонти карбону.

У відкладеннях кам'яновугільних порід підземні води приурочені до піщаників і вапняків.

Водоносність відкладень карбону залежить від ступеня тріщинуватості, пористості порід і ряду інших факторів. Підвищеною вомісткістю відрізняються породи, приурочені до зони активного вивітрювання, де тріщинуваті пісковики і алевроліти. Нижче зони активного вивітрювання водоносні горизонти розділені між собою і гідравлічно пов'язані слабо. У межах шахтного поля досить часто простежується зона інтенсивного водообміну, пов'язана з добре розвиненою відкритою тріщинуватістю в породах до глибини 300-350м. Нижче ця зона переходить в зону утрудненого водообміну, в якій зазначається загасання відкритої тріщинуватості в породах. Вона поширена до глибини 600-700м.

Водоносні горизонти карбону мають гідравлічний зв'язок з горизонтами неогенових і четвертинних відкладів, утворюючи єдиний водоносний комплекс.

Гідрогеологічні умови відпрацювання пластів складні і шахтне поле відноситься до II групи складності по гідрогеологічним умовам.

На різних стадіях відпрацювання вугільних пластів характер обводнення гірничих виробок розрізняється. При проходці підготовчих виробок притоки води незначні. З початком ведення очисних робіт після посадки покрівлі надходження води різко збільшується за рахунок дренавання природних запасів у водоносних горизонтах, що знаходяться в зоні впливу гірничих виробок. Потім, незважаючи на збільшення площі виробленого простору, відбувається відносна стабілізація припливу з наступною його зміною, що пояснює спрацювання природних запасів води у водоносних породах.

На шахтному полі вміщують породи представлені товщами піщаників, алевролітів і аргілітів, прошарками вапняків. Безпосередня покрівля на 60-80% площі пластів (крім пласта k_8) представлена алевролітами і аргілітами нестійкими. За даними гірничих робіт, аргіліт на контакті з вугіллям має грудкувату текстуру, площини ковзання і з цієї причини (при потужності до 0,8 м) обвалюються слідом за виїмкою вугілля. Якщо над пластом залягає водоносний піщаник, він обводнює нестійкий аргіліт і відбувається обвалення на висоту до 2,0 м.

Підшва на всіх пластах представлена аргілітами і алевролітами нестійкими, схильними до пучення.

В цілому гірничо-геологічні умови відпрацювання пластів відносно складні. Ускладнення будуть викликати зони поширення «хибної» покрівлі і можливих обвалень: зони впливу тектонічних порушень, де вміщують породи ослаблені мікротектонікою, зони розщеплення пластів, а також часткових і повних розмивів у зв'язку із заміщенням розмитої частини

нестійким перевідкладеним матеріалом, зони поширення нестійких підосв, що здіймаються, представлені аргілітами і алевролітами.

Гірничо-геологічні умови відробки пластів приведено нижче.

Пласт m_3

У безпосередній покрівлі пласта m_3 залягає аргіліт, вище нього - піщаник.

У межах поля шахти аргіліт на великих площах розмитий повністю, або частково.

З досвіду ведення гірничих робіт аргіліти при потужності до 0,80 м дуже нестійкі, до 2,0 м - нестійкі, більше 2,0 м - малостійкі.

У південній частині шахтного поля нижня частина піщаника насичена уламками аргілітів і вугілля. При незначному зволоженні глинистий цемент піщаника розмокає і нижній шар при його підробці розпадається, проявляючи себе в очисному просторі як «хибна» покрівля.

У північній частині шахтного поля міжпластя представлено пошаровою товщею алевролітів і аргілітів. При веденні очисних робіт породи покрівлі розшаровуються по ослабленим контактам літологічних різниць, що призводить до вивалів.

Виходячи з вищевикладеного, гірничо-геологічні умови відпрацювання пласта m_3 очікуються складними.

Пласт m_2

У безпосередній покрівлі пласта m_2 залягає аргіліт і алевроліт.

Аргіліт від розташованого вище, відносно стійкого шару алевроліту відокремлюється тонким пластичним прошарком тектонічної «глинки» потужністю до 0,05 м зі слідами пошарових зсувів, зчеплення по якому з нижнім шаром відсутнє. Тому аргіліт проявляє себе в очисному просторі як «хибна» покрівля.

У гірничих виробках шар алевролітів характеризується відносною стійкістю, яка різко знижується в зонах дрібних тектонічних порушень.

У цілому умови відпрацювання пласта m_2 до відмітки ± 0 м складні, на великих глибинах відносно сприятливі.

Пласт l_3

На більшій частині шахтного поля в безпосередній покрівлі пласта l_3 залягає алевроліт. Алевроліт сірий, шаруватий, тріщинуватий, з площинами притирання в нижній частини шару. У східній частині - аргіліт.

На площі, розкритої гірничими виробками, в зоні південного ухилу пласта m_3 в безпосередній покрівлі алевроліт повністю заміщений піщаником потужністю до 7,8 м, перехід від алевролітів до пісковика поступовий. Покрівля нестійка, місцями проявляє себе як «хибна» покрівля.

Безпосередня підосва на більшій частині площі представлена алевролітами, сірим, грудкуватої текстури. На окремих відособлених ділянках в підосві залягає аргіліт. Підосва нестійка, при зволоженні схильна до пучення.

Пласт l_3 характеризується відносно сприятливими умовами для відпрацювання на ділянках, де він не торкається з розмивами.

Пласт l_1

Безпосередня покрівля представлена піщаником (70%) і аргілітом.

У піщанику безпосередньо над пластом часто зустрічаються орієнтовані по нашаруванню лінзи вугілля, що помітно знижує його стійкість і сприяє руйнуванню. Крім того, піщаник є потужним водоносним горизонтом і основним джерелом обводнення гірничих виробок.

Аргіліт в гірничих виробках дуже нестійкий. Відразу після розтину за рахунок зволоження водою, що надходить з піщаника, переходить в пластичний стан, розбухає, збільшується в об'ємі, видавлює затягування, чинить значний тиск на кріплення.

У безпосередній підосві пласта залягає переважно алевроліт, рідше - піщаник і аргіліт. У підготовчих виробках алевроліт слабостійкий, при

обводнюванні розмокає і втрачає стійкість. Піщаник середньої стійкості, не схильний до пучення і розмокання.

Вугільний пласт l_1 звичайної будови потужністю від 0,97 до 1,2 м. Пласт вміщує включення сіркового колчедану у вигляді ядер та лінз, розповсюджених по всій потужності пласта. Вугілля пласта шаровисте, полосате, середньої міцності $f=1,5$, в'язке, до самозапалення не схильне. Вугільний пласт пологого падіння, кут падіння коливається від 6° до 9° , залягання пласта моноклінальне, але місцями – хвилясте.

В цілому гірничо-геологічні умови відпрацювання пласта l_1 відносно сприятливі в контурі поширення в безпосередній покрівлі піщаника і складні в контурі поширення в безпосередній покрівлі аргіліту.

У межах шахтного поля вугільні пласти дегазовані нерівномірно. У західній частині, поблизу насування, межа метанових газів проходить на глибині 450-500м і поступово, занурюючись на схід, йде на глибину 850м.

Природна газоносність оцінюваних пластів невисока і досягає 10,5-12,2 м³/т.с.б.м у нижній технічній границі. Максимальні значення природного газоносності 13,9; 14,3 і 15,6 м³/т.с.б.м зафіксовані на глибинах 655, 768, 589м та приурочені до зон впливу взбросу № 1 та Новаковського скиду.

Всі вугільні пласти відносяться до невикидонебезпечних, а піщаники - до викидонебезпечних від низької до середньої ступені.

Вугілля пластів m_3 , l_8^1 , l_3 і l_1 схильні до самозаймання, пластів m_4^2 , m_2 , l_7 і l_1^1 – не схильні до самозаймання.

Температура гірських порід у нижній технічній границі становитиме $33,4^\circ$.

2.2. Гірничотехнічні умови відробки шахтного поля.

На шахті для розробки пластів прийнята панельна схема підготовки. Розміри панелі по простяганню 2,0 – 4,0 км, по падінню – до 2 км. Панелі, як правило розділяють на два крила – південне і північне.

В межах кожної панелі проводяться три похилі виробки: похил – для доставки вугілля та два хідника для доставки людей та виконання допоміжних операцій.

Відробка ярусів ведеться довгими стовпами по простяганню. Найбільшого поширення на шахті набула стовпова система розробки, з охороною ярусних штреків ціликами вугілля, при якій конвеєрний і вентиляційний штреки проводяться на всю довжину стовпа, після чого збиваються розрізною піччю, в якій монтується видобувний комплекс.

В прийнятій системі розробки виїмкові виробки проводяться по пласту з підбивкою підосви виробки. Вентиляційний штрек проводиться вприсічку до виробленого простору, а відкотний – в масиві. Спосіб проведення – широким вибоєм. Напрямок проведення виробок – за простяганням, з деякими відхиленнями від ізогіпси, з профілем виробки, який забезпечує стік води.

Для підвищення стійкості доцільне розміщення виробок в зонах природних навантажень. Тому при способі охорони вприсічку, відстань між погашеною виробкою та тою, що проводиться, повинна бути мінімальною – повна присічка до виробленого простору. Конвеєрний штрек проводиться в масиві, а після проходу лави гаситься.

Також на шахті були спроби застосовувати суцільні системи розробки на пласту m_2 . Але застосування цієї системи не дало бажаних результатів. В основному це пов'язано зі складністю організації робіт по добуванню вугілля і проведенню підготовчих виробок.

На даний момент очисні роботи ведуться в І південній лаві північного похилу II ступені пласта l_1 . Довжина лави складає 250м, довжина виймального поля 1250м.

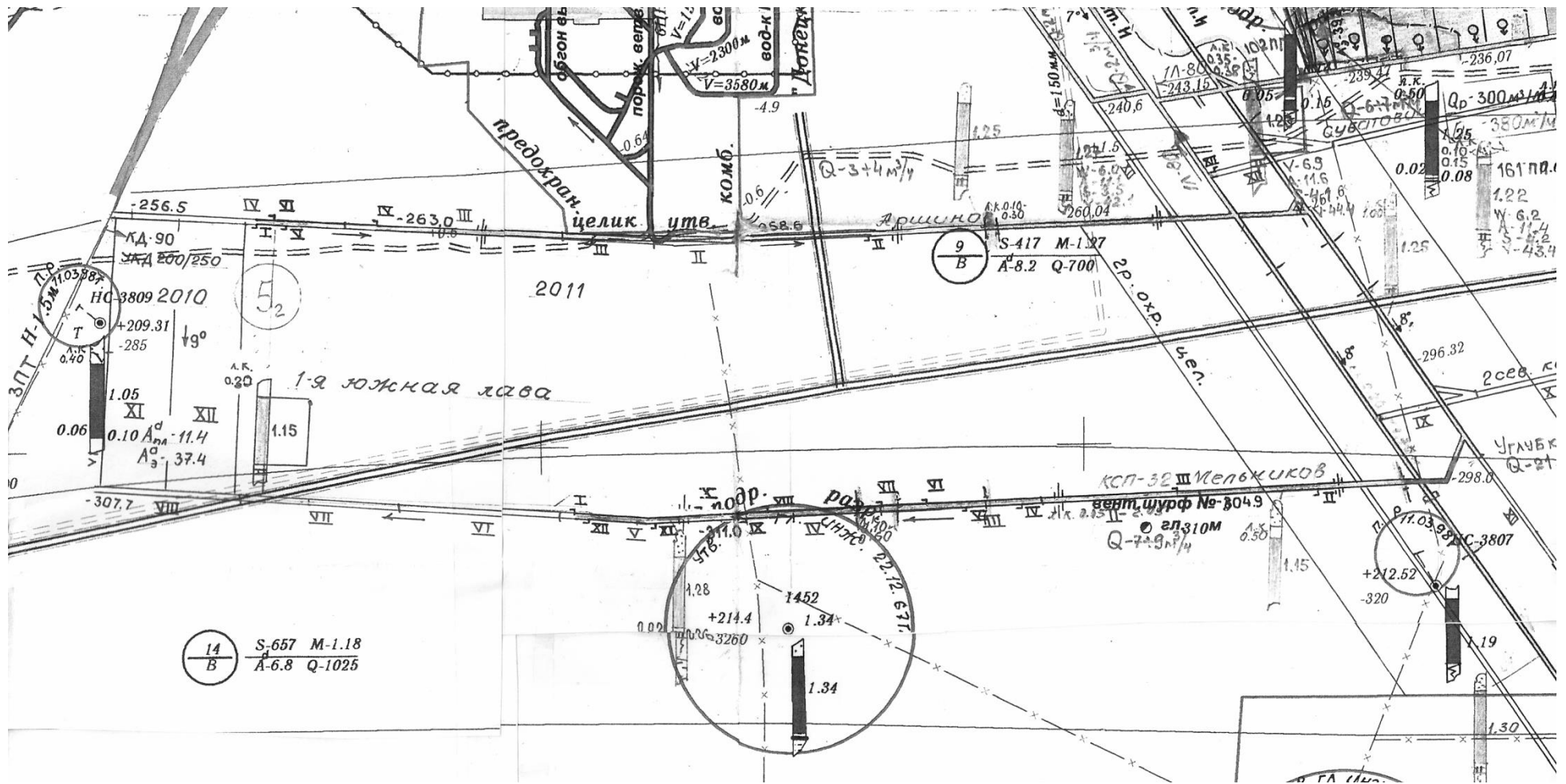


Рисунок 2.2.1 – Викопіювання з плану гірничих робіт

Так як лава є першою в південному крилі північного похилу II ступені пласту l_1 , то по падінню лава граничить з масивом вугілля. Зі сторони підняття з лавою також граничить масив вугілля, який був залишений у вигляді охоронного цілика для захисту від підробки стволів і рудничного двору шахти. Відпрацювання лави здійснюється на глибині 530 м.

Очисний вибій обладнаний механізованим комплексом 1МКД – 90, до складу якого входить комбайн 1К – 101У, конвеєр СП – 26У та механізовані секції кріплення КД-90 першого типорозміру.

Схема роботи комбайну по добуванню вугілля – одностороння. Робочий хід комбайну від 1-го транспортного південного штреку до 1-го вентиляційного, тобто знизу вгору. Слідом за комбайном здійснюють пересування секцій механізованого кріплення. Відставання кріплення від комбайну, за паспортом не повинно перевищувати 3 м. Пересування секцій механізованого кріплення здійснюють суцільно або у шаховому порядку.

При зворотному ході комбайн здійсню зачищення підосви. Слідом за комбайном на відстані 10-15 м робітники здійснюють пересування скребкового конвеєру СП-26У.

Зарубування комбайну в пласт відбувається косими заїздами у нижній частині пласту.

На сполученні ніш зі штреками, з завального боку конвеєра, викладаються костри з дерев'яних стійок або з бруса довжиною 1,5 м. У випадку зависання покрівлі поруч з кострами встановлюється органне кріплення з дерев'яних стійок діаметром 12 – 14 см.

По мірі посування лави механізоване кріплення сполучення РКС – Р пересувається по підосві виробки за допомогою домкрату пересування.

Кріплення нижнього сполучення з конвеєрним штреком відбувається таким чином:

Привідна головка вибійного конвеєра винесена на конвеєрний штрек і кріпиться за допомогою відрізків ланцюга СП – 202 на розпірнім столі кріплення сполучення РКС – Р.

Попереду забою лави з випередженням не більш 3 м підвішуються балки які складаються з відрізків СВП довжиною 3 – 4 м. Ці відрізки кріпляться ланцюгом СП вище замка кріплення АП конвеєрного штреку не менше ніж у 2-х точках. Відрізок СВП розклинюється між верхняком кріплення і ланцюгом СП за допомогою дерев'яної розклинки . Наступний відрізок СВП кріпиться також ланцюгом СП, але попередньо з'єднується з попереднім в напустку довжиною 400 мм скобами М-24.

По конвеєрному штреку встановлюється під верхняки кріплення один ряд стійок посилення, з випередженням лави на довжину не менш 20 м , а до первинної посадки - 30 м.

Попереду лави, з випередженням не менш 3-х м, виконують анкерування порід покрівлі пласта з проміжком між анкерами 0,4 – 0,8 м в залежності від порушення порід покрівлі і її схилення до обвалення за командою головного інженера шахти. Кінці анкерів піджимаються до покрівлі виробки шпальним брусом довжиною 3,8 м під які підбиваються дерев'яні стійки діаметром не менш 18 см.

Після засувки привідної голівки вибійного конвеєра нижня частина лави і сполучення кріпиться згідно паспорту, вибиті перед засуванням стійки відновлюються під верхняки за конвеєром з завальної сторони, а на бровці лави викладається кліть з дерев'яних стійок довжиною 1,5 м. Відставання кліті від вибійного конвеєра не повинно перевищувати 2,9 м. Кліті викладаються через 1,9 м між центрами. Для проходу людей за конвеєром в лаву кліть повинна бути не ближче 0,9 м від конвеєра лави.

Кріплення верхнього сполучення лави з вентиляційним штреком.

Привідна головка конвеєра лави з одним приводом винесена на вентиляційний штрек і розміщується на механізованому кріпленні сполучення РКС – Р.

По вентиляційному штреку встановлюється один ряд стійок посилення з випередженням лави на довжину не менш 20 м , а до первинної посадки – 30 м.

З метою посилення сполучення лави, при пересуванні механізованого кріплення РКС – Р, над приводною головкою лавного конвеєра встановлюється кріплення яка складається з відрізка СВП-27 довжиною 3 – 4 м і металевих стійок ГС.

По переду лави, з випередженням не більше 3-х метрів, роблять анкерування порід покрівлі пласта. Далі роботи проводяться аналогічно як при кріпленні нижнього сполучення лави.

Виймання ніш. Здійснюється вручну за допомогою буро підбивних робіт. Буріння шпурів виконується електросвердлами СЭР-1М и різцями армованими твердими сплавами. Прибирання підірваної гірської маси виконується вручну на конвеєр лави.

Верхня і нижня ніша кріпиться індивідуальним кріпленням з металевих стійок під шпальний брус довжиною 3,8 м, а проти секцій механізованого кріплення – під шпальний брус довжиною 3,3 м.

2.3. Побудова геологічного перерізу виймального стовпа I південної лави північного похилу II ступені пласта l_1

У контурі I північної лави з урахуванням даних експлуатаційної розвідки при проходженні I південної лави північного похилу II ступені вугільний пласт l_1 має просту будову, складається з однієї пачки вугілля потужністю від 1,05 до 1,30 м, середня 1,15 м, чорний напівблискучий, середньої міцності, скрізь мастить включення сірого колчедану, котрий розповсюджується у вигляді лінз по всій потужності пласта, сильно тріщинуватий, злам раковистий, контакт з породами, що вміщують, чіткий. Під пластом залягає прошарок алевроліту середньої міцності, нестійкий, потужністю 0,02 – 0,05 м, нижче залягає вуглистий сланець, потужністю 0,04 – 0,08 м, слабкий, вельми нестійкий, грудкуватої текстури.

Пласт вугілля пологого падіння, кут падіння складає 9° , залягання пласта в основному спокійне, проте місцями спостерігається хвилясте залягання, що ускладнює виймання вугілля в лаві, призводить до додаткової присічки порід покрівлі і підшви виробки.

Безпосередньо над пластом, у вигляді лінз складної конфігурації, залягає аргіліт потужністю 0,00 – 2,10 м, слабкий, вельми перем'ятий, проявляє себе як «хибна» покрівля, вельми нестійкий, легко обвалюється, схильний до обрушення на повну потужність, залучаючи за собою піщаник основної покрівлі на потужність до 1,00 м.

Основною покрівлею пласта l_1 є піщаник сірий, кварцовий на глинистому цементі, міцний, нестійкий, середньо обвалюється, вельми обводнений, дає виділення води у вигляді капежу, місцями у вигляді струменів. Очікуваний притік води до лави складає 5 – 6 м³/г. В нижній частині шару піщаник значно насичений уламковим матеріалом і вуглистим детритом на потужність від 0,00 до 0,80 м, веде себе як «хибна» покрівля вельми нестійка, легко обвалюється, схильний до заколів і обвалення.

Розмивання і виніс глинистого цементу різко знижує стійкість піщаника, призводить до його обвалення.

Для побудови геологічного розрізу на плані гірничих виробок, в передбачуваному виїмковому полі лави, фіксуються найближчі геологорозвідувальні свердловини, і по ним будується геологічний розріз уздовж виїмкового поля.

В межах виїмального поля I південної лави північного похилу II ступені пласта l_1 знаходяться три розвідувальні геологічні свердловини. Біля розрізної печі знаходиться свердловина НС – 3809, 11.03.87, по середині виїмкового стовпу – свердловина №1452 від 22.12.67. Поблизу похилих виробок розташувалась третя свердловина НС – 3807, 11.03.98.

За даними розвідувальних свердловин НС – 3809 і №1452 загальна потужність піщаника складає 19,00 – 29,5 м.

Очікуваний крок обвалення основної покрівлі при первинній посадці покрівлі - 25 м. Наступний крок для безпосередньої покрівлі 1 - 2 м, основної - 10 - 15 м. Дані по розвідувальним свердловинами було зведено в таблиці, які приведені нижче.

Таблиця 2.3.1. –

Дані по свердловині НС 3809

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	Н, м	Щільність порід, т/м ³
1	l_1	1,1	12	1,33	494,6	1,3

2	Піщаник крупно - зернистий	9	34,075	2,995	493,5	2,445
3	Піщаник середньо - зернистий	20,3	34,075	2,995	484,5	2,445
4	алевроліт	1,2	26,95	4,075	464,2	2,57
5	l_2^1	1	12	1,33	463	1,3
6	аргіліт	4	18,095	1,57	462	2,485
7	алевроліт	4,9	21,48	1,875	458	2,45
8	l_3	0,10	12	1,33	453,1	1,3
9	аргіліт	2	18,09	1,57	453	2,485
10	алевроліт	13	26,95	4,075	451	2,57
11	аргіліт	4	18,095	1,57	438	2,43
12	Піщаник середньо - зернистий	7	34,075	2,995	434	2,445
13	алевроліт	11,85	26,95	4,075	427	2,57
14	l_5	0,15	12	1,33	415,15	1,3
15	аргіліт	9	21,77	1,765	415	2,57
16	алевроліт	4	21,48	1,875	406	2,45
17	Піщаник середньо - зернистий	4	34,075	2,995	402	2,445
18	аргіліт	4	18,095	1,57	398	2,43
19	Піщаник середньо - зернистий	2	34,075	2,995	394	2,445
20	алевроліт	1,4	26,95	4,075	392	2,57
21	l_6	0,6	12	1,33	390,6	1,3

22	аргіліт	1	21,77	1,765	390	2,57
23	Піщаник середньо - зернистий	7,4	34,075	2,995	389	2,445

Продовження таблиці 2.3.1. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	Н, м	Щільність порід, т/м ³
24	Піщаник крупно - зернистий	10	34,075	2,995	381,6	2,445
25	кучерявчик	1	30	3,3	371,6	2,5
26	l ₇	0,6	12	1,33	370,6	1,3
27	алевроліт	12,9	26,95	4,075	370	2,57
28	l ₈ ^н	0,1	12	1,33	357,1	1,3
29	алевроліт	3,5	21,48	1,875	357	2,45
30	l ₈ ^в	0,5	12	1,33	353,5	1,3
31	алевроліт	2,5	21,48	1,875	353	2,45
32	зруйнована порода	1,5	2,177	0,176	350,5	
33	алевроліт	2	21,48	1,875	349	2,45
34	Піщаник середньо - зернистий	4	34,075	2,995	347	2,445
35	аргіліт	3,2	21,77	1,765	343	2,57
36	l ₈ ¹	0,6	12	1,33	339,8	1,3
37	аргіліт	5,5	18,09	1,57	339,2	2,43

38	l_8^2	0,2	12	1,33	333,7	1,3
39	аргіліт	3,5	21,77	1,765	333,5	2,57
40	M_1	1	160	11	330	3,2
41	аргіліт	7	18,095	1,57	329	2,43
42	Піщаник крупно - зернистий	22	34,075	2,995	322	2,445
43	алевроліт	2	21,48	1,875	300	2,45
44	Піщаник середньо - зернистий	2	34,075	2,995	298	2,445
45	алевроліт	8,3	26,95	4,075	296	2,57
46	m_2	0,7	12	1,33	287,7	1,3
47	аргіліт	5	18,095	1,57	287	2,43
48	алевроліт	9	21,48	1,875	282	2,45
49	m_3	1	12	1,33	273	1,3
50	Піщаник середньо - зернистий	17,5	34,075	2,995	272	2,445

Продовження таблиці 2.3.1. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
51	Піщаник крупно - зернистий	16	34,075	2,995	254,5	2,445
52	Піщаник середньо -	10	34,075	2,995	238,5	2,445

	зернистий					
53	алевроліт	5,8	21,48	1,875	228,5	2,45
54	m_4^2	0,7	12	1,33	222,7	1,3
57	аргіліт	2,4	18,095	1,57	219	2,43
58	m_4^3	0,6	12	1,33	216,6	1,3
59	аргіліт	5	21,77	1,765	216	2,57
60	Піщаник крупно - зернистий	2	34,075	2,995	211	2,445
61	Піщаник крупно - зернистий	15,4	34,075	2,995	209	2,445
62	m_5	0,1	12	1,33	193,6	1,3
63	Піщаник середньо - зернистий	9,5	34,075	2,995	193,5	2,445
64	алевроліт	3,4	26,95	4,075	184	2,57
65	Піщаник середньо - зернистий	5,6	34,075	2,995	180,6	2,445
66	аргіліт	1,95	18,095	1,57	175	2,43
67	m_5^1	0,05	12	1,33	173,05	1,3
68	Піщаник середньо - зернистий	27,5	34,075	2,995	173	2,445
69	M_7	0,5	160	11	145,5	3,2
70	аргіліт	5	21,77	1,765	145	2,57
71	аргіліт	20	18,095	1,57	140	2,43

72	m ₆ ¹	0,5	12	1,33	120	1,3
73	алевроліт	5,1	26,95	4,075	119,5	2,57
74	m ₆ ²	0,4	12	1,33	144,4	1,3
75	аргіліт	10	18,095	1,57	114	2,43

Продовження таблиці 2.3.1. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
76	Піщаник середньо - зернистий	18	34,075	2,995	104	2,445
77	Піщаник середньо - зернистий	12,4	34,075	2,995	86	2,445
	алевроліт	18,6	26,95	4,075	73,6	2,57
78	аргіліт	15,5	18,095	1,57	55	2,43
79	пісок	14,5	0,1	0,01	39,5	2
80	глина	24,5	0,1	0,01	25	2,71
81	чорнозем	0,5	0,1	0,01	0,5	2,66

Таблиця 2.3.2. –

Дані по свердловині 1452

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
--------	-------------	------------------	------------------	------------------	------	-----------------------------------

1	l_1	1,35	12	1,33	543,58	1,3
2	Піщаник крупно - зернистий	23,96	34,075	2,995	542,23	2,445
3	Піщаник середньо - зернистий	3,8	34,075	2,995	518,27	2,445
4	алевроліт	2,7	26,95	4,075	514,47	2,57
5	кучерявчик	0,6	30	3,3	511,77	2,5
6	l_3	1,07	12	1,33	511,17	1,3
7	аргіліт	3,7	18,09	1,57	510,1	2,485
8	алевроліт	3,11	26,95	4,075	506,4	2,57
9	сланець вуглистий	0,1			503,29	
10	кучерявчик	0,8	30	3,3	503,19	2,5
11	l_3^1	0,29	12	1,33	502,39	1,3
12	аргіліт	1	18,095	1,57	502,1	2,43
13	алевроліт	20,15	26,95	4,075	501,1	2,57
14	Піщаник середньо - зернистий	1,2	34,075	2,995	480,95	2,445
15	алевроліт	4,5	26,95	4,075	479,75	2,57
16	Піщаник середньо - зернистий	2,2	34,075	2,995	475,25	2,445
17	алевроліт	1,65	21,48	1,875	473,05	2,45
18	аргіліт	2	18,095	1,57	471,4	2,43
19	Піщаник середньо -	2,6	34,075	2,995	469,4	2,445

	зернистий					
20	кучерявчик	0,5	30	3,3	466,8	2,5
21	l ₅	0,15	12	1,33	466,3	1,3
22	аргіліт	6,18	21,77	1,765	466,15	2,57
23	алевроліт	4,1	21,48	1,875	459,97	2,45
24	Піщаник середньо - зернистий	2,2	34,075	2,995	455,87	2,445

Продовження таблиці 2.3.2. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
25	l ₅ ¹	0,07	12	1,33	453,67	1,3
26	алевроліт	5,15	21,48	1,875	453,6	2,45
27	Піщаник середньо - зернистий	5,45	34,075	2,995	448,45	2,445
28	кучерявчик	0,8	30	3,3	443	2,5
29	l ₆	0,65	12	1,33	442,2	1,3
30	аргіліт	1,05	21,77	1,765	441,55	2,57
31	алевроліт	5,5	26,95	4,075	440,5	2,57
32	кучерявчик	0,6	30	3,3	435	2,5
33	l ₆ ¹	0,05	12	1,33	434,4	1,3
34	Піщаник крупно - зернистий	3,5	34,075	2,995	434,35	2,445
35	Піщаник середньо - зернистий	14,35	34,075	2,995	430,85	2,445

36	кучерявчик	0,5	30	3,3	416,5	2,5
37	l_7	0,7	12	1,33	416	1,3
38	алевроліт	4,3	21,48	1,875	415,3	2,45
39	аргіліт	2	18,095	1,57	411	2,43
40	алевроліт	3,17	26,95	4,075	409	2,57
41	кучерявчик	1,1	30	3,3	405,83	2,5
42	l_8	0,5	12	1,33	404,73	1,3
43	Піщаник середньо - зернистий	8,6	34,075	2,995	404,23	2,445
44	алевроліт	8,72	21,48	1,875	395,63	2,45
45	кучерявчик	0,7	30	3,3	386,91	2,5
46	l_8^1	0,5	12	1,33	386,2	1,3
47	алевроліт	3,3	21,48	1,875	385,7	2,45
48	кучерявчик	0,6	30	3,3	382,4	2,5
49	l_8^2	0,45	12	1,33	381,8	1,3
50	аргіліт	1,85	21,77	1,765	381,35	2,57
51	M_1	1,3	160	11	379,5	3,2
52	аргіліт	6	18,095	1,57	378,2	2,43
53	алевроліт	6,3	21,48	1,875	372,2	2,45
54	алевроліт	13,7	21,48	1,875	365,9	2,45

Продовження таблиці 2.3.2. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
55	Піщаник середньо -	3,2	34,075	2,995	352,2	2,445

	зернистий					
56	алевроліт	8,5	26,95	4,075	349	2,57
57	сланець вуглистий	0,05			340,5	
58	кучерявчик	0,15	30	3,3	340,45	2,5
59	m ₂	0,4	12	1,33	340,3	1,3
60	алевроліт	0,65	26,95	4,075	339,9	2,57
61	Піщаник середньо - зернистий	2	34,075	2,995	339,25	2,445
62	кучерявчик	1	30	3,3	337,25	2,5
63	m ₂	0,55	12	1,33	336,25	1,3
64	сланець вуглистий	0,05			335,7	
65	алевроліт	10,74	21,48	1,875	335,65	2,45
66	Піщаник середньо - зернистий	1	34,075	2,995	324,91	2,445
67	m ₃	1,28	12	1,33	323,91	1,3
68	Піщаник крупно - зернистий	5,05	34,075	2,995	322,63	2,445
69	алевроліт	1,95	26,95	4,075	317,58	2,57
70	Піщаник середньо - зернистий	3,8	34,075	2,995	315,63	2,445
71	M ₄	0,4	160	11	311,83	3,2
72	Піщаник середньо - зернистий	3	34,075	2,995	311,43	2,445

73	алевроліт	6,5	21,48	1,875	308,43	2,45
74	аргіліт	1,5	18,095	1,57	301,93	2,43
75	алевроліт	1,43	26,95	4,075	300,43	2,57
76	кучерявчик	0,5	30	3,3	299	2,5
77	Піщаник середньо - зернистий	9,77	34,075	2,995	298,5	2,445

Продовження таблиці 2.3.2. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
78	алевроліт	5,39	21,48	1,875	288,73	2,45
79	кучерявчик	0,4	30	3,3	283,34	2,5
80	сланець вуглистий	0,2			282,94	
81	m ₄ ²	0,9	12	1,33	282,74	1,3
82	аргіліт	1,79	18,095	1,57	281,84	2,43
83	M ₅	1	160	11	280,05	3,2
84	аргіліт	3	21,77	1,765	279,05	2,57
85	m ₄ ³	0,05	12	1,33	276,05	1,3
86	алевроліт	0,7	26,95	4,075	276	2,57
87	M ₅ ¹	0,3	160	11	275,3	3,2
88	алевроліт	1	21,48	1,875	275	2,45
89	Піщаник крупно - зернистий	4,5	34,075	2,995	274	2,445
90	Піщаник середньо -	17,9	34,075	2,995	269,5	2,445

	зернистий					
91	алевроліт	2,15	26,95	4,075	251,6	2,57
92	кучерявчик	0,5	30	3,3	249,45	2,5
93	m ₅	0,3	12	1,33	248,95	1,3
94	аргіліт	7,23	18,095	1,57	248,65	2,43
95	кучерявчик	0,6	30	3,3	241,42	2,5
96	m ₅ ¹	0,09	12	1,33	240,82	1,3
97	аргіліт	2,3	21,77	1,765	240,79	2,57
98	Піщаник середньо - зернистий	1,33	34,075	2,995	238,43	2,445
99	алевроліт	3,1	21,48	1,875	237,1	2,45
100	аргіліт	0,95	18,095	1,57	234	2,43
101	кучерявчик	0,4	30	3,3	233,05	2,5
102	m ₅ ¹	0,15	12	1,33	232,65	1,3
103	аргіліт	1	21,77	1,765	232,5	2,57
104	Піщаник середньо - зернистий	26,2	34,075	2,995	231,5	2,445
105	M ₇	0,2	160	11	205,3	3,2
106	аргіліт	1,7	18,095	1,57	205,1	2,43

Продовження таблиці 2.3.2. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
107	алевроліт	1,4	21,48	1,875	203,4	2,45
108	Піщаник	4,85	34,075	2,995	202	2,445

	середньо - зернистий					
109	M ₇ ¹	0,3	160	11	197,15	3,2
110	аргіліт	4,65	21,77	1,765	196,85	2,57
111	кучерявчик	1,2	30	3,3	192,2	2,5
112	m ₆	0,5	12	1,33	191	1,3
113	аргіліт	2	21,77	1,765	190,5	2,57
114	алевроліт	8,3	26,95	4,075	188,5	2,57
115	Піщаник середньо - зернистий	4,63	34,075	2,995	180,2	2,445
116	кучерявчик	1	30	3,3	175,57	2,5
117	m ₆ ²	0,3	12	1,33	174,57	1,3
118	аргіліт	6,95	18,095	1,57	174,27	2,43
119	Піщаник крупно - зернистий	35,65	34,075	2,995	167,3	2,445
120	алевроліт	9,8	26,95	4,075	131,65	2,57
121	Піщаник середньо - зернистий	4,1	34,075	2,995	121,85	2,445
122	алевроліт	4,5	21,48	1,875	117,75	2,45
123	аргіліт	8,15	21,77	1,765	113,25	2,57
124	m ₇	0,1	12	1,33	105,1	1,3
125	аргіліт	7,8	18,095	1,57	105	2,43
126	M ₈	0,1	160	11	97,2	3,2
127	аргіліт	7,8	18,095	1,57	97,1	2,43
128	m ₈	0,1	12	1,33	89,3	1,3

129	аргіліт	22,5	21,77	1,765	89,2	2,57
130	алевроліт	12,4	26,95	4,075	66,7	2,57
131	аргіліт	19,45	18,095	1,57	24,3	2,43
132	пливун	7,65	0,1	0,01	34,85	2
133	пісок	3,06	0,1	0,01	27,2	2
134	глина	23,65	0,1	0,01	24,15	2,71
135	чорнозем	0,5	0,1	0,01	0,5	2,66

Таблиця 2.3.3. –

Дані по свердловині НС 3807

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	Н, м	Щільність порід, т/м ³
1	l ₁	1,2	12	1,33	534,3	1,3
2	аргіліт	2,1	18,095	1,57	533,1	2,43
3	Піщаник крупно - зернистий	3,7	34,075	2,995	531	2,445
4	Піщаник середньо - зернистий	17,3	34,075	2,995	527,3	2,445
5	алевроліт	3	26,95	4,075	510	2,57
6	кучерявчик	1,5	30	3,3	507	2,5
7	l ₂ ¹	0,9	12	1,33	505,5	1,3
8	аргіліт	2,9	18,09	1,57	504,5	2,485
9	кучерявчик	2,7	30	3,3	501,7	2,5
10	алевроліт	3	26,95	4,075	499	2,57
11	кучерявчик	1,4	30	3,3	496	2,5
12	l ₃ ¹	0,1	12	1,33	494,6	1,3

13	аргіліт	3,9	18,095	1,57	494,5	2,43
14	алевроліт	15,1	26,95	4,075	490,6	2,57
15	Піщаник середньо - зернистий	5,6	34,075	2,995	475,5	2,445
16	алевроліт	7,9	26,95	4,075	470	2,57
17	l ₅	0,1	12	1,33	463,1	1,3
18	аргіліт	8,5	21,77	1,765	462	2,57
19	Піщаник середньо - зернистий	5	34,075	2,995	453,5	2,445
20	алевроліт	6,5	21,48	1,875	448,5	2,45
21	Піщаник середньо - зернистий	4,8	34,075	2,995	442	2,445
22	кучерявчик	1	30	3,3	437,7	2,5
23	l ₆	0,6	12	1,33	436,7	1,3
24	аргіліт	4,1	18,095	1,57	436,1	2,43
25	Піщаник середньо - зернистий	4,5	34,075	2,995	432	2,445
26	алевроліт	2,5	26,95	4,075	427,5	2,57

Продовження таблиці 2.3.3. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
27	Піщаник середньо -	2	34,075	2,995	425	2,445

	зернистий					
28	Піщаник середньо - зернистий	8	34,075	2,995	423	2,445
29	алевроліт	5,4	21,48	1,875	415	2,45
30	l ₇	0,6	12	1,33	409,6	1,3
31	аргіліт	1	21,77	1,765	409	2,57
32	l ₇	0,4	12	1,33	408	1,3
33	аргіліт	3,6	18,095	1,57	407,6	2,43
34	алевроліт	4	26,95	4,075	404	2,57
35	Піщаник середньо - зернистий	3,3	34,075	2,995	400	2,445
36	Піщаник середньо - зернистий	13,10	34,075	2,995	396,7	2,445
37	алевроліт	4,5	21,48	1,875	383,6	2,45
38	l ₈ ¹	0,6	12	1,33	379,1	1,3
39	алевроліт	5	26,95	4,075	378,5	2,57
40	l ₈ ²	0,4	12	1,33	373,5	1,3
41	алевроліт	2,1	21,48	1,875	373,1	2,45
42	M ₁	0,4	160	11	371	3,2
43	аргіліт	4,6	18,095	1,57	370,6	2,43
44	алевроліт	6	26,95	4,075	366	2,57
45	аргіліт	10,4	21,77	1,765	360	2,57
46	Піщаник середньо - зернистий	2	34,075	2,995	349,6	2,445
47	аргіліт	1,6	18,095	1,57	347,6	2,43

48	алевроліт	8,1	21,48	1,875	346	2,45
49	m ₂	0,2	12	1,33	337,9	1,3
50	аргіліт	0,2	21,77	1,765	337,7	2,57
51	алевроліт	3	21,48	1,875	337,5	2,45
52	m ₂	0,5	12	1,33	334,5	1,3
53	аргіліт	3,5	21,77	1,765	334	2,57
54	алевроліт	12,4	21,48	1,875	330,5	2,45

Продовження таблиці 2.3.3. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
55	m ₃	1,1	12	1,33	318,1	1,3
56	аргіліт	1	13,155	1,57	317	2,375
57	Піщаник середньо - зернистий	13	34,075	2,995	316	2,445
58	алевроліт	7,6	26,95	4,075	303	2,57
59	m ₄	0,4	12	1,33	295,4	1,3
60	Піщаник середньо - зернистий	9	34,075	2,995	295	2,445
61	алевроліт	8,5	21,48	1,875	286	2,45
62	m ₄ ²	1	12	1,33	277,5	1,3
63	аргіліт	1,4	21,77	1,765	276,5	2,57
64	M ₅	1	160	11	275,1	3,2
65	аргіліт	1,6	13,155	1,57	274,1	2,375
66	алевроліт	2,7	26,95	4,075	272,5	2,57
67	M ₅ ¹	0,4	160	11	269,8	3,2

68	алевроліт	2,4	21,48	1,875	269,4	2,45
69	Піщаник крупно - зернистий	5	34,075	2,995	267	2,445
70	Піщаник крупно - зернистий	6	34,075	2,995	262	2,445
71	Піщаник середньо - зернистий	13	34,075	2,995	256	2,445
72	алевроліт	1,8	21,48	1,875	243	2,45
73	кучерявчик	1	30	3,3	241,2	2,5
74	m ₅	0,2	12	1,33	240,2	1,3
75	алевроліт	6,7	26,95	4,075	240	2,57
76	m ₅ ¹	0,1	12	1,33	233,3	1,3
77	Піщаник середньо - зернистий	3,1	34,075	2,995	233,2	2,445
78	алевроліт	4,5	26,95	4,075	230,1	2,57

Продовження таблиці 2.3.3. –

№ шару	Назва порід	Потужність порід	σ_c , МПа	σ_p , МПа	H, м	Щільність порід, т/м ³
79	Піщаник середньо - зернистий	21,1	34,075	2,995	225,6	2,445
80	аргіліт	0,5	21,77	1,765	204,5	2,57

81	алевроліт	0,6	21,48	1,875	204	2,45
82	M ₇	0,4	160	11	203,4	3,2
83	алевроліт	4	21,48	1,875	203	2,45
84	Піщаник середньо - зернистий	3	34,075	2,995	199	2,445
85	алевроліт	14,9	26,95	4,075	196	2,57
86	m ₆ ¹	0,55	12	1,33	181,1	1,3
87	алевроліт	2,55	21,48	1,875	180,36	2,45
88	Піщаник середньо - зернистий	13	34,075	2,995	178	2,445
89	кучерявчик	0,7	30	3,3	165	2,5
90	m ₆ ²	0,3	12	1,33	164,3	1,3
91	аргіліт	6	21,77	1,765	164	2,57
92	Піщаник середньо - зернистий	30,5	34,075	2,995	158	2,445
93	Піщаник середньо - зернистий	7,5	34,075	2,995	127,5	2,445
94	алевроліт	19,3	21,48	1,875	120	2,45
95	аргіліт	8,2	18,095	1,57	100,7	2,43
96	алевроліт	20,5	26,95	4,075	92,5	2,57
97	аргіліт	9,5	21,77	1,765	72	2,57
98	алевроліт	28,5	21,48	1,875	62,5	2,45
99	пісок	12	0,1	0,01	34	2
100	глина	21,4	0,1	0,01	22	2,71

101	чорнозем	0,6	0,1	0,01	0,6	2,66
-----	----------	-----	-----	------	-----	------

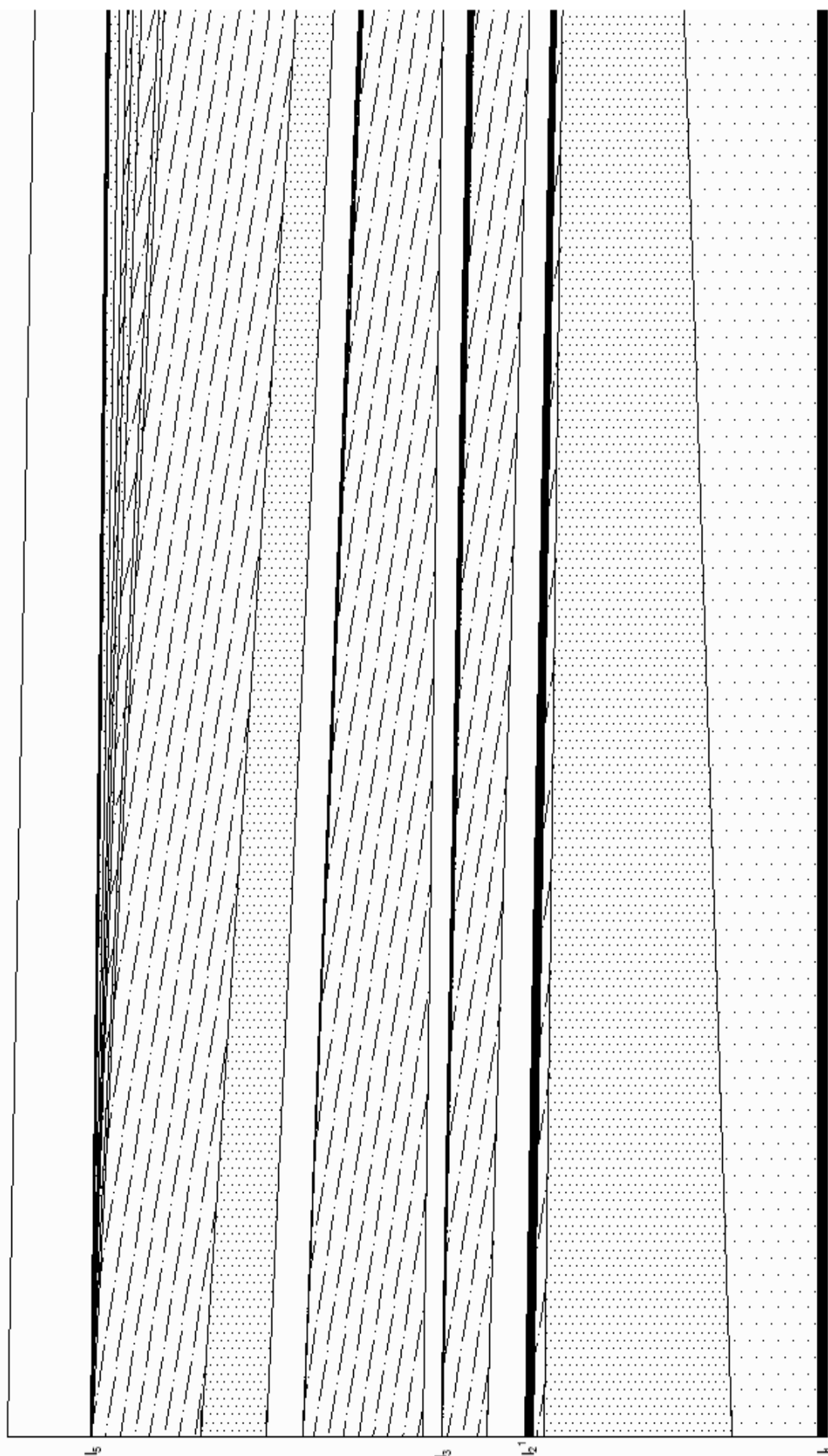


Рисунок 2.2.2 – Частина геологічний розрізу

Висновки до розділу 2

1. Як показують дані, гірничо-геологічні умови відпрацювання пласта l_1 відносно сприятливі в контурі поширення в безпосередній покрівлі піщаника і складні в контурі поширення в безпосередній покрівлі аргіліту.
2. На даній шахті прийнята панельна схема підготовки. Прийнята система розробки – стовпова, з охороною ярусних штреків ціликами вугілля.
3. На параметри зсуву і обвалення порід покрівлі впливає, не тільки безпосередня і основна покрівлі, але й шари, що залягають вище основної покрівлі.
4. Для здійснення розрахунку необхідно прийняти до уваги не параметри безпосередньої і основної покрівлі, а й параметри групи породних шарів.

3. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗСУВУ І ОБВАЛЕННЯ ПОКРІВЛІ В ОЧИСНИХ ВИБОЯХ ПОЛОГИХ ПЛАСТІВ ПРИ ВЕДЕННІ ОЧИСНИХ РОБІТ

3.1. Визначення руйнуючих напружень в породах покрівлі над очисним вибоєм

Руйнування і обвалення породного шару відбувається під дією руйнівних напружень.

$$\sigma_{\text{экв}} = \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_{\text{сж}}]} \cdot \sigma_u + \left(1 - \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_{\text{сж}}]}\right) \cdot \sigma_1 \leq [\sigma_p] \quad (3.1.1)$$

де, $[\sigma_p]$, $[\sigma_{\text{сж}}]$ - табличні значення міцності породи при розтягу і стиску відповідно, МПа;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - Головні напруження, МПа;

σ_u - інтенсивність напруги, що визначається за формулою, МПа:

$$\sigma_u = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (3.1.2)$$

При прогині шару, як і у жорстко закріпленої балки, максимальні напруження виникають у закладенні. Точка 1 в якій напруження є максимальними, розташована на верхній і нижній межі шару.[5]

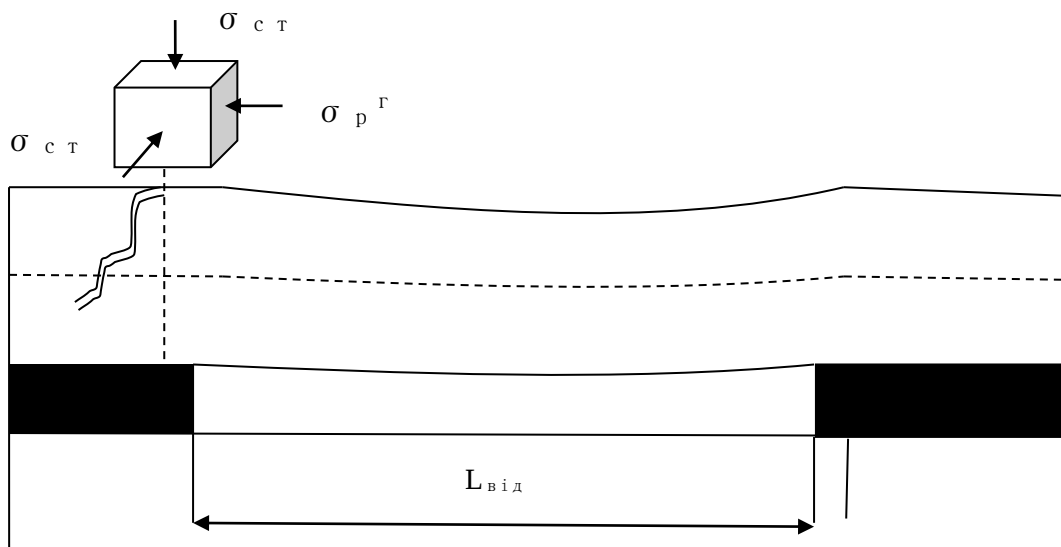


Рис. 3.3.1. – Схема розподілу напружень в закладенні шару при його згинанні:

$L_{\text{від}}$ – граничний проліт, який обумовлений граничним станом шару.

Розглядаючи елементарний об'єм породи в точках 1 можна зробити висновок, що руйнуючими напругами для них будуть $\sigma_{\text{ст}1}^{\text{сеп}}$, $\sigma_p^{\text{сеп}}$, $\sigma_{\text{ст}2}^{\text{сеп}}$.

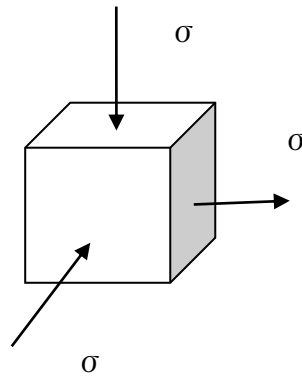


Рисунок 3.1.2. Розподіл напружень в елементарних об'ємах точок

Горизонтальні напруги для незайманого масиву дорівнюють $\sigma_2 = \sigma_3$. Це має місце і при невеликому відході лави від розрізної печі. При подальшому відході лави $\sigma_2 > \sigma_3$. Виходячи з основних теорій міцності при нерівно-компонентному напруженому стані, на процес руйнування шару будуть впливати тільки максимальне і мінімальне напруження, тобто σ_1 і σ_3 .

Для опису граничного стану порід приймаємо критерій міцності Кулона-Мора. За допомогою геометричної інтерпретації критерію міцності порід у формі прямокутних трикутників визначаємо тип діючих і граничнодопустимих напружень на верхній і нижній межі шару.

Встановлено, що, в поперечних перетинах, які працюють на вигин, виникають нормальні напруження.

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} \cdot y \quad (3.1.3)$$

і дотичні напруження

$$\tau = \frac{Q_y \cdot S_x^{\text{отс}}}{J_x \cdot b_y} \quad (3.1.4)$$

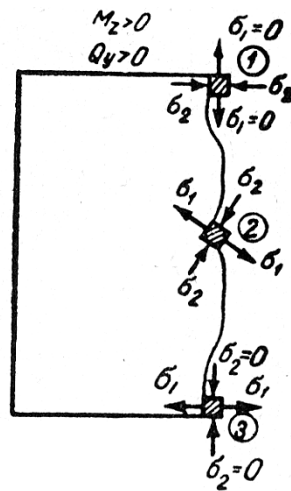


Рисунок 3.1.3. – Схема розподілення напружень

Напружений стан в трьох точках, які лежать в одному і тому же поперечному перетину, але взятих на різній висоті, а саме: в верхнім стисненим волокні (точка 1), в нейтральному шарі (точка 2) і в нижньому розтягнутому волокні (точка 3).

В точці 1: $\tau = 0$;

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(-\sigma)^2} = 0; \quad (3.1.5)$$

$$\sigma_2 = -\frac{\sigma}{2} - \frac{1}{2} \cdot \sqrt{(-\sigma)^2} = -\sigma; \quad (3.1.6)$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{0}{\sigma} = 0; \quad \alpha'_0 = 0; \quad \alpha''_0 = 90^\circ. \quad (3.1.7)$$

В точці 2: $\tau = \tau_{max}$; $\sigma = 0$;

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0 + 4 \cdot \tau_{max}^2} = \tau_{max} \quad (3.1.8)$$

$$\sigma_2 = -\frac{1}{2} \cdot \sqrt{0 + 4 \cdot \tau_{max}^2} = -\tau_{max} \quad (3.1.9)$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2\tau_{max}}{0} = \infty; \quad 2\alpha_0 = 90^\circ \text{ і } 270^\circ; \quad (3.1.10)$$

отже

$$\alpha'_0 = 45^\circ; \quad \alpha''_0 = 135^\circ$$

в точці 3: $\tau = 0$

$$\sigma_1 = \frac{\sigma}{2} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\sigma^2} = \sigma; \quad (3.1.11)$$

$$\sigma_2 = 0, \quad \alpha'_0 = 90^\circ; \quad \alpha''_0 = 0 \quad (3.1.12)$$

Найбільш дотичні напруження будуть

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (3.1.13)$$

Зі збільшенням виробленого простору відбувається послідовний вигин породних шарів в напрямку від пласта до поверхні. Кількість породних шарів, що беруть участь у формуванні опорного тиску визначається областю зрушення порід, що обмежена лініями прогину обвалення порід.[13]

Величина опорного тиску перед первинною посадкою визначається сумою тиску груп шарів на опору і максимальний опорний тиск визначається за виразом:

$$P_{on}^{max} = \sum_{i=1}^n \sigma_p + \gamma H \text{ МПа} \quad (3.1.14)$$

P_{on_i} – опорний тиск кожної групи шарів, що входять в область зрушення.

$$P_{on_i} = k \cdot \gamma \cdot H \quad (3.1.15)$$

k – коефіцієнт концентрації напруження масиву. Даний коефіцієнт визначається дослідним шляхом.

γ - щільність порід.

H – глибина залягання шару.

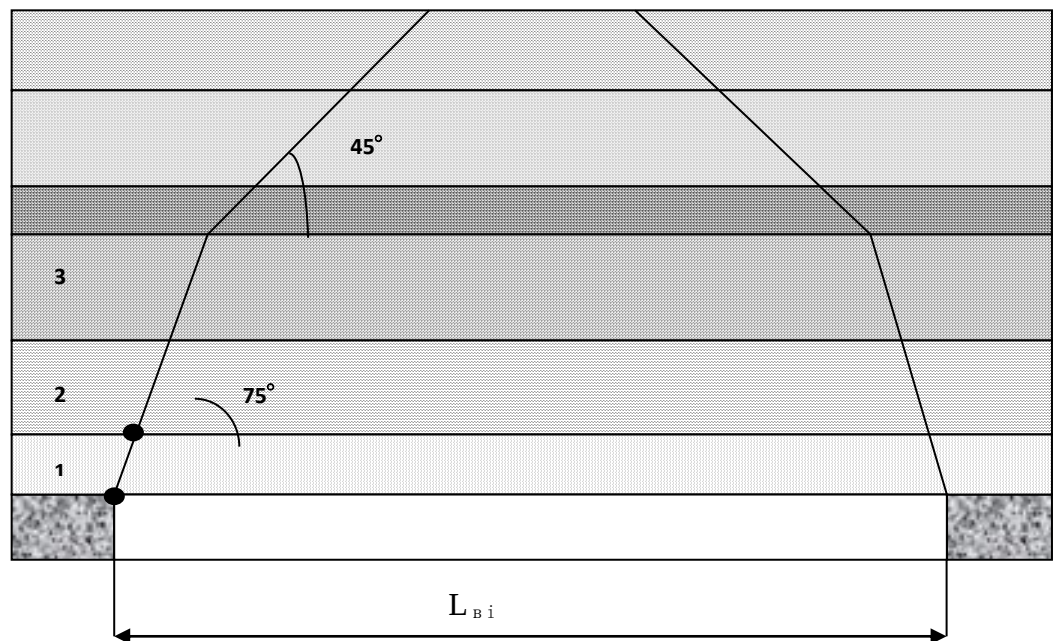


Рисунок 3.1.4. – Розрахункова схема для визначення напруження у породних шарах

1, 2, 3,... n – породні шари покрівлі які входять в зону прогину.

Сумарне максимальне вертикальне і горизонтальне напруження на межах шару у точці 1, визначається:

$$\sigma_3 = \sigma_{\text{вер}}^1 = \gamma \cdot H_1 + \sum_{i=1}^n \sigma_p^i \quad (3.1.16)$$

$$\sigma_1 = \frac{M_i \cdot 0,5 \cdot h_i}{W} \quad (3.1.17)$$

де H – глибина залягання шару, м;

M_i – момент;

Для випадку коли шар породи покрівлі представлений у вигляді жорстко затиснуто балки :

$$M_i = \frac{q \cdot l^2}{12} = \frac{\gamma \cdot h \cdot l^2}{12} \quad (3.1.18)$$

Якщо балка консольна

$$M_i = \frac{q \cdot l^2}{2} = \frac{\gamma \cdot h \cdot l^2}{2} \quad (3.1.19)$$

h_i – потужність шару порід.

$$W = \frac{h^2}{6} \quad (3.1.20)$$

W – момент опору, стосовно осі x . [13]

Сумарне максимальне вертикальне і горизонтальне напруження на межах шару.

$$\sigma_3 = \sigma_{\text{вер}}^2 = \gamma \cdot H_2 + \sum_{i=1}^n \sigma_p^i \quad (3.1.21)$$

$$\sigma_1 = - \frac{M_i \cdot 0,5 \cdot h_i}{W} \quad (3.1.22)$$

$$\sigma_1 = \frac{\frac{\gamma \cdot h \cdot l^2}{12}}{\frac{h^2}{6}} = \frac{\gamma l^2}{2h} \quad (3.1.23)$$

l – довжина прольоту.

Умови стану породного шару в період первинної посадки описуються критерієм характеру обвалення порід R_1 . Значення критерію залежить від величини руйнівних напружень і міцностних характеристик порід.

Критерій характеру обвалення шарів для верхньої та нижньої його границі представлені наступними виразами:

$$R_1 = \sigma_1 - \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_{\text{ст}}]} \cdot \sigma_3 \leq [\sigma_p]. \quad (3.1.24)$$

$[\sigma_p]$ – межа міцності порід на розтягання, Па;

$[\sigma_{\text{ст}}]$ – межа міцності порід на стиск, Па;

Для забезпечення безаварійної роботи лав необхідно на стадії проектування очисних робіт урахувати, яким чином буде відбуватися обвалення покрівлі над очисним вибоєм.

3.2. Процес протікання обвалення порід покрівлі над виробленим простором.

В області зсування шари можуть ділитися на групи прошарків. Кожна група складається з несучого міцного шару і більш слабких шарів, що залягають вище, які обрушаються раніше несучого слою. Частіш групується ті шари які приблизно однакові за потужністю, за фізичними властивостями.[3]

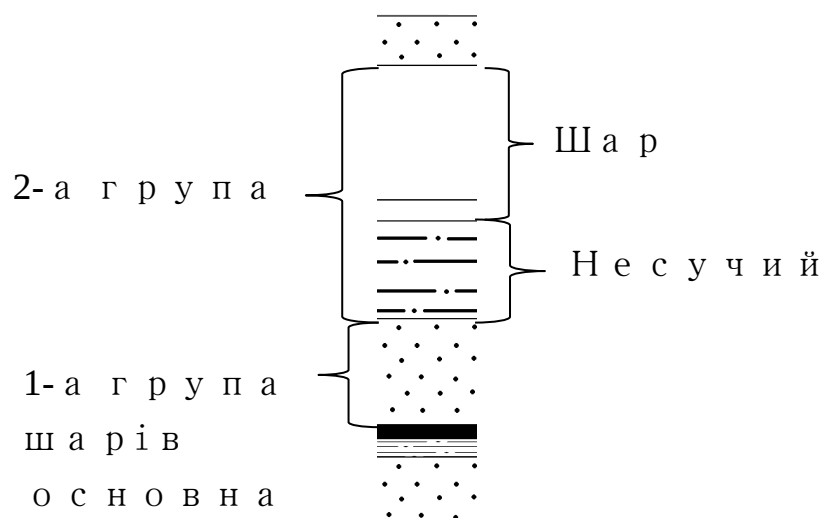


Рисунок 3.2.1. – Ділення шарів на групи за несучими властивостями

При зрушенні покрівлі шари поділяються на групи, до складу яких входять: несучий шар і шари навантаження. Опускання шарів відбувається по групах. Порівнюються результати: черговості обвалення і взаємодії шарів.

Можна помітити черговість опускання: один шар безпосередньої покрівлі і група шарів основної покрівлі. Характер взаємодії шарів проявляється при поділі шарів на групи, в момент опускання їх на підшву.

При взаємодії породних шарів відбувається розділення масиву на групи, при цьому породи в групі діють як цілий породний шар. Їх фізичні властивості усереднюються.

Для розділення шарів на групи необхідно визначити середньозважену міцність порід покрівлі.

$$R = \frac{K_c \cdot K_w \cdot \sum (R_i \cdot m_i)}{\sum m_i}, \quad (3.2.1)$$

де R_i – міцність i -го шару при одноосьовому стиску в зразку, МПа;
 m_i – товщина даного шару породи в межах розрахункової системи, м
 K_c – коефіцієнт структурного ослаблення тріщинами масиву гірських порід, од.

K_w – коефіцієнт, що враховує тривалу технологічну обводненість виробки, од. Приймається $K_w = 1$, для сухих виробок. У залежності від петрографічного типу порід у випадку їхнього обводнювання : $K_w = 0,8$ для кременистих піщаників і сланців; $K_w = 0,6$ для алевролітів, глинистих піщаників, каолінових глин; $K_w = 0,5$, для аргілітів і мергелів.[14]

Шари з мінімальним прольотом обвалюються, служать навантаженням для більш міцних шарів, які мають більший граничний проліт. Розбиваючи таким чином покрівлю по групам шарів, де у кожному нижньому несучим являється шар з більшим граничним прольотом, необхідно встановлюємо шаг граничних прольотів. Враховуючи, що кут обвалювання порід складає 75^0 - 78^0 , а кут прогину 45^0 - 60^0 будуємо зону зрушення порід для характерних точок руху порід.

Визначення граничних прольотів покрівлі очисної виробки на період первинної і вторинної посадок покрівлі приділяли багато уваги В.Д. Слесарев, Г.В. Кузнецов, Г.Л. Фісенко, А.А. Борисов та інші. Найбільш прийнятним методом розрахунку є метод, запропонований Г.Л. Фісенко , для розрахунку граничного прольоту важкокерованої покрівлі. Г.Л. Фісенко вважає, що шар у закладення знаходиться в складному напруженому стані стиснення з розтягуванням і пропонує наступну формулу для визначення граничного прольоту крихких порід:

$$l_{np} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_0 h}{7\sigma_p}\right)^2 + \frac{h}{\rho g}(\sigma_0 - 2\lambda \rho g H)} - \frac{\sigma_0 h}{7\sigma_p} \quad (3.2.1)$$

де

σ_c – гранична міцність породи на стиснення, МПА;

σ_p – границя міцності породи на розтягнення;

h – потужність шару, який розраховуємо, м;

λ - коефіцієнт бокового розпору для піщаників, та піщаних сланців – 0,4; для інших – 0,3;

H – глибина залягання шарів, м.[15]

В формулі враховані стискаючі і розтягуючі напруження, які виникають під дією власної ваги шару.

Діна формула надає змогу визначити граничний проліт покрівлі, що важко обвалюється, яка представлена у вигляді жорстко затисненої балки.

Для вибору групи шарів використовуємо умову

$$L_i^B > L_{i+1}^H \quad (3.2.2)$$

При виконанні цієї умови i -тий шар входить о групи i -го шару . Тобто довжина прольоту верхнього шару повинна бути більшою ніж довжина нижнього прольоту, тоді вони увійдуть до однієї групи шарів.

3.3. Визначення параметрів обвалення і зсуву порід покрівлі при веденні очисних робіт

Породні шари покрівлі мають здатність групуватися між собою, утворюючи головний шар і декілька шарів навантаження. Не завжди шарами навантаження можуть слугувати слабкі і тонкі прошарки. Це можуть бути доволі великі шари, але тільки в тому випадку, якщо за фізичними властивостями і структурною будовою схожі з несучим шаром.

Спочатку необхідно визначити напруження у кожному породному прошарку і положення при якому він буде обвалюватися.

Горизонтальні напруження:

$$\sigma_x = \frac{\gamma \cdot \ell^2}{2 \cdot h_i} \quad (3.3.1)$$

Вертикальні напруження:

$$\sigma_y = k \cdot \gamma \cdot H = -[\gamma \cdot H_i + \sum_{j=i+1}^n \sigma_x^j] \quad (3.3.2)$$

де k – коефіцієнт концентрації напружень .

Величина осьових напружень для пологих пластів буде відповідати величині головних напружень.

$$\sigma_1 = \sigma_x, \quad \sigma_3 = \sigma_y \quad (3.3.3)$$

$$\sigma_1 - \sigma_3 \frac{[\sigma_p]}{[\sigma_{ст}]} \leq [\sigma_p] \quad (3.3.4)$$

Якщо дана умова (3.2.6) виконується, то породні шари не обвалюються.

Під коефіцієнтом концентрації напружень розуміють відношення напруги, що виникає від впливом виробки, до первинного природного напруження.

За даною методикою можливе визначення концентрації напруження на крайову частину лави. Тобто те місце в якому виробка буде найбільш

стійкою. Необхідно підібрати такий коефіцієнт концентрації при якому опорний тиск буде найменшим.

Відомо, що шари які прогинаються формують напруження на крайову частину пласта, тому необхідно прийняти таку довжину очисного вибою, при якому ці напруження були б як можна меншими.

При певних рівнях коефіцієнту концентрації в залежності від розміру очисного вибою і концентрацій на крайову частину пласта, можна визначити на скільки стійкою буде майбутня гірничя виробка.

Коефіцієнт концентрації на пласт визначається як :

$$k = \frac{\sigma_3}{\gamma H} = \frac{\gamma H + \Sigma \sigma_1}{\gamma H} \quad (3.3.5)$$

де Н – глибина залягання пласту

3.4. Дослідження параметрів руйнування і зсуву порід покрівлі в очисному вибої

На підставі пункту 3.1, 3.2 і 3.3 можемо встановити параметри руйнування і зсуву порід покрівлі для заданих умов.

За допомогою формули 3.2.1 розрахуємо граничний проліт для кожного шару. Потім використовуємо вираз 3.2.2 для розбивання породних шарів на групи.

Виявилося 39 груп.

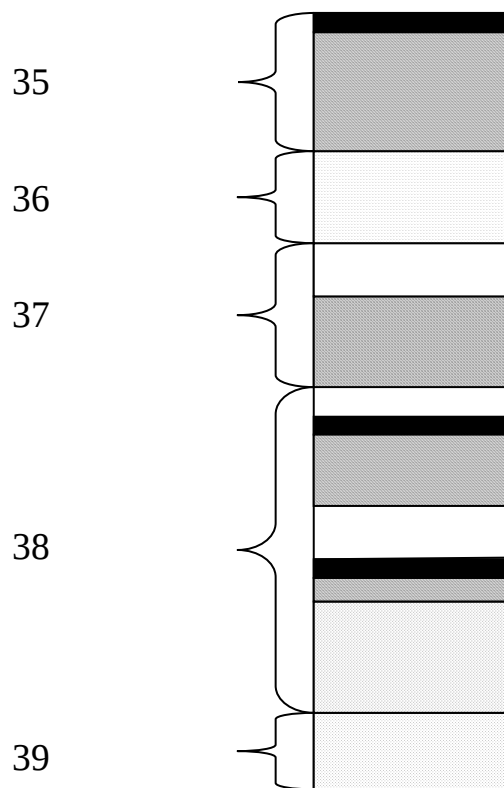


Рисунок 3.4.1. – Ділення шарів на групи

Були раховані породні шари від поверхні до пласта який на даний момент розробляється, l_1 . Дані по розрахунку наведені в таблиці 3.4.1

Таблиця 3.4.1 –

Розділення шарів на групи

№	Н	Назва шару	$h_{ш}$	$h_{гр}$	$L_{пр}$	$L_{пр гр}$	$\sigma_{ст гр}$	$\sigma_{р гр}$
1	-0,5	суглинок	0,5	0	0	0	0	0
2	-25	глина	24,5	0	4,7017	0	0	0
3	-39,5	пісок	14,5	0	11,114	0	0	0
4	-55	аргіліт	15,5	55	47,345	296,118	$7,556 \cdot 10^6$	$6,561 \cdot 10^5$
5	-86	піщаник	31	31	91,006	305,035	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
6	-104	піщаник	18	18	70,641	276,122	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
7	-114	аргіліт	10	10	40,704	242,426	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
8	-116,1	вугілля	2,1	2,1	22,464	223,715	$1,08 \cdot 10^7$	$1,197 \cdot 10^6$
9	-119,5	алевроліт	3,4	3,4	26,409	225,751	$2,425 \cdot 10^7$	$1,872 \cdot 10^6$
10	-120	вугілля	0,5	0	10,996	0	0	0
11	-140	аргіліт	20	20,5	58,464	246,209	$1,616 \cdot 10^7$	$1,408 \cdot 10^6$
12	-145	аргіліт	5	0	29,785	0	0	0
13	-145,5	вапняк	0,5	0	16,631	0	0	0
14	-173	піщаник	27,5	33	90,304	264,952	$2,941 \cdot 10^7$	$2,592 \cdot 10^6$
15	-173,1	вугілля	0,05	0	3,5828	0	0	0
16	-175	аргіліт	1,95	0	19,158	0	0	0
17	-180,6	піщаник	5,6	7,6	41,403	212,02	$2,761 \cdot 10^7$	$2,421 \cdot 10^6$
18	-184	алевроліт	3,4	0	27,807	0	0	0
19	-193,5	піщаник	9,5	12,9	54,183	219,844	$2,933 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^6$
20	-193,6	вугілля	0,1	0	5,1228	0	0	0
21	-209	піщаник	15,4	15,5	69,333	219,09	$3,054 \cdot 10^7$	$2,681 \cdot 10^6$
22	-211	піщаник	2	2	25,185	175,566	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
23	-216	аргіліт	5	5	31,671	179,326	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
24	-216,6	вугілля	0,6	0	12,697	0	0	0

Продовження таблиці 3.4.1 –

№	Н	Назва шару	h _ш	h _{гр}	L _{пр}	L _{пр гр}	σ _{ст гр}	σ _{р гр}
25	-219	аргіліт	2,4	0	22,042	0	0	0
26	-219,5	вапняк	0,5	0	16,961	0	0	0
27	-222	аргіліт	2,5	0	22,549	0	0	0
28	-222,7	вугілля	0,7	0	13,757	0	0	0
29	-228,5	алевроліт	5,8	12,5	37,463	194,674	$2,218 \cdot 10^7$	$1,865 \cdot 10^6$
30	-238	піщаник	9,5	9,5	55,435	190,177	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
31	-254	піщаник	16	16	72,283	197,817	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
32	-272	піщаник	18	18	77,275	193,016	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
33	-273	вугілля	1	0	16,861	0	0	0
34	-282	алевроліт	9	10	48,314	162,047	$2,303 \cdot 10^7$	$1,811 \cdot 10^6$
35	-287	аргіліт	5	5	33,451	143,115	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
36	-287,7	вугілля	0,7	0	14,21	0	0	0
37	-296	алевроліт	8,3	9	46,85	152,647	$2,328 \cdot 10^7$	$1,823 \cdot 10^6$
38	-298	піщаник	2	0	26,282	0	0	0
39	-300	алевроліт	2	0	23,152	0	0	0
40	-322	піщаник	22	26	87,332	182,725	$3,021 \cdot 10^7$	$2,632 \cdot 10^6$
41	-329	аргіліт	7	7	40,719	127,726	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
42	-330	вапняк	1	1	24,665	111,229	$7,2 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^6$
43	-333,5	аргіліт	3,5	3,5	28,951	113,887	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
44	-333,7	вугілля	0,2	0	7,7641	0	0	0
45	-339,2	аргіліт	5,5	5,7	36,383	118,623	$1,61 \cdot 10^7$	$1,406 \cdot 10^6$
46	-339,8	вугілля	0,6	0	13,483	0	0	0
47	-343	аргіліт	3,2	0	27,867	0	0	0
48	-347	піщаник	4	7,8	37,981	126,559	$2,514 \cdot 10^7$	$2,219 \cdot 10^6$
49	-349	алевроліт	2	0	23,872	0	0	0

Продовження таблиці 3.4.1 –

№	Н	Назва шару	h _ш	h _{гр}	L _{пр}	L _{пр гр}	σ _{ст гр}	σ _{р гр}
50	-350,5	зр. породи	1,5	0	12,585	0	0	0
51	-353	алевроліт	2,5	0	26,746	0	0	0
52	-353,5	вугілля	0,5	0	12,386	0	0	0
53	-357	алевроліт	3,5	0	31,704	0	0	0
54	-357,1	вугілля	0,1	0	5,5493	0	0	0
55	-370	алевроліт	12,9	23	60,998	143,684	2,242·10 ⁷	1,74·10 ⁶
56	-370,6	вугілля	0,6	0	13,672	0	0	0
57	-371,6	алевроліт	1	0	17,12	0	0	0
58	-381,6	піщаник	10	11,6	60,821	122,179	2,919·10 ⁷	2,553·10 ⁶
59	-389	піщаник	7,4	7,4	52,549	106,764	3,067·10 ⁷	2,691·10 ⁶
60	-390	аргіліт	1	0	16,085	0	0	0
61	-390,6	вугілля	0,6	0	13,794	0	0	0
62	-392	алевроліт	1,4	0	20,494	0	0	0
63	-394	піщаник	2	5	27,442	92,489	2,476·10 ⁷	2,143·10 ⁶
64	-398	аргіліт	4	4	32,272	82,623	1,629·10 ⁷	1,413·10 ⁶
65	-402	піщаник	4	4	38,909	86,641	3,067·10 ⁷	2,691·10 ⁶
66	-406	алевроліт	4	4	34,868	80,800	2,425·10 ⁷	1,872·10 ⁶
67	-415	аргіліт	9	9	48,771	89,608	1,629·10 ⁷	1,413·10 ⁶
68	-415,2	вугілля	0,15	0	6,9723	0	0	0
69	-427	алевроліт	11,85	12	60,462	94,749	2,409·10 ⁷	1,864·10 ⁶
70	-434	піщаник	7	7	52,108	82,292	3,067·10 ⁷	2,691·10 ⁶
71	-438	аргіліт	4	0	33,071	0	0	0
72	-451	алевроліт	13	17	64,134	93,209	2,274·10 ⁷	1,785·10 ⁶
73	-453	аргіліт	2	0	23,621	0	0	0
74	-453,1	вугілля	0,1	0	5,785	0	0	0

Продовження таблиці 3.4.1. –

№	H	Назва шару	$h_{ш}$	$h_{гр}$	$L_{пр}$	$L_{пр гр}$	$\sigma_{ст гр}$	$\sigma_{р гр}$
75	-458	алевроліт	4,9	0	39,698	0	0	0
76	-462	аргіліт	4	0	33,542	0	0	0
77	-463	вугілля	1	0	18,362	0	0	0
78	-464,2	алевроліт	1,2	0	19,749	0	0	0
79	-484,5	піщаник	20,3	33,5	90,107	112,123	$2,663 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^6$
80	-493,5	піщаник	9	9	60,489	58,605	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$

Для щоб розрахувати порядок опускання груп породних шарів необхідно знайти середньозважену міцність порід покрівлі навколо виробки за допомогою формули 3.2.1.

Наступним кроком є розрахунок горизонтальних і вертикальних напружень для кожного породного шару за допомогою виражень 3.3.1 і 3.3.2. Результати розрахунків представлені нижче.

Таблиця 3.4.2. –

Групи шарів і їх межа міцності

№ п/п	№ _{гр}	H	$h_{гр}$	$\sigma_{ст гр}$	$\sigma_{р гр}$
1	39	-494	9	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
2	38	-485	33,5	$2,663 \cdot 10^7$	$2,3 \cdot 10^6$
3	37	-451	17	$2,274 \cdot 10^7$	$1,785 \cdot 10^6$
4	36	-434	7	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
5	35	-427	12	$2,409 \cdot 10^7$	$1,864 \cdot 10^6$
6	34	-415	9	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
7	33	-406	4	$2,425 \cdot 10^7$	$1,872 \cdot 10^6$
8	32	-402	4	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
9	31	-398	4	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$

Продовження таблиці 3.4.2 –

№ п/п	№гр	Н	hгр	σ ст гр	σ р гр
10	30	-394	5	$2,476 \cdot 10^7$	$2,143 \cdot 10^6$
11	29	-389	7,4	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
12	28	-382	11,6	$2,919 \cdot 10^7$	$2,553 \cdot 10^6$
13	27	-370	23	$2,242 \cdot 10^7$	$1,74 \cdot 10^6$
14	26	-347	7,8	$2,514 \cdot 10^7$	$2,219 \cdot 10^6$
15	25	-339	5,7	$1,61 \cdot 10^7$	$1,406 \cdot 10^6$
16	24	-334	3,5	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
17	23	-330	1	$7,2 \cdot 10^7$	$7,2 \cdot 10^6$
18	22	-329	7	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
19	21	-322	26	$3,021 \cdot 10^7$	$2,632 \cdot 10^6$
20	20	-296	9	$2,328 \cdot 10^7$	$1,823 \cdot 10^6$
21	19	-287	5	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
22	18	-282	10	$2,303 \cdot 10^7$	$1,811 \cdot 10^6$
23	17	-272	18	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
24	16	-254	16	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
25	15	-238	9,5	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
26	14	-229	12,5	$2,218 \cdot 10^7$	$1,865 \cdot 10^6$
27	13	-216	5	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
28	12	-211	2	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
29	11	-209	15,5	$3,054 \cdot 10^7$	$2,681 \cdot 10^6$
30	10	-194	12,9	$2,933 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^6$
31	9	-181	7,6	$2,761 \cdot 10^7$	$2,421 \cdot 10^6$
32	8	-173	33	$2,941 \cdot 10^7$	$2,592 \cdot 10^6$
33	7	-140	20,5	$1,616 \cdot 10^7$	$1,408 \cdot 10^6$
34	6	-120	3,4	$2,425 \cdot 10^7$	$1,872 \cdot 10^6$
35	5	-116	2,1	$1,08 \cdot 10^7$	$1,197 \cdot 10^6$

Продовження таблиці 3.4.2 –

№ п/п	№гр	H	hгр	σ ст гр	σ р гр
36	4	-114	10	$1,629 \cdot 10^7$	$1,413 \cdot 10^6$
37	3	-104	18	$3,067 \cdot 10^7$	$2,691 \cdot 10^6$
38	2	-86	31	$3,067 \cdot 10^7$	$2,391 \cdot 10^6$
39	1	-55	55	$7,556 \cdot 10^6$	$6,561 \cdot 10^6$

В результаті розрахунку визначили, що первинний крок обвалення складатиме 59 м.

Обвалилася 39 група шарів, яка складається з прошарку піщаника, потужністю 9м.

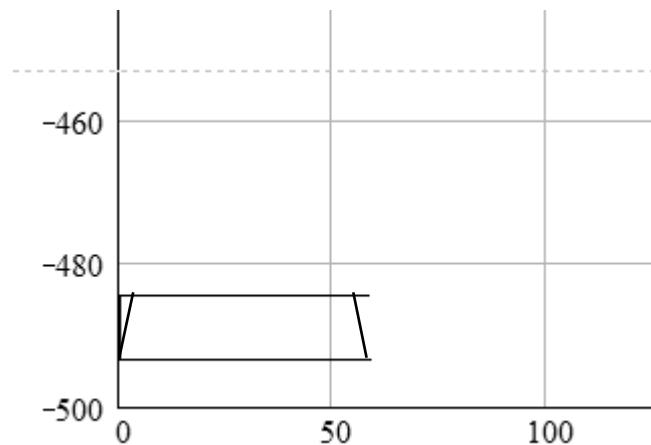


Рисунок 3.4.2. – Звід зсуву порід при первинному обваленні порід покрівлі

Наступною обвалилась 38 група (піщаник 20,3 м, алевроліт 1,2 м, вугілля 1 м, аргіліт 4 м, алевроліт 4,9 м, вугілля 0,1 м, аргіліт 2 м.) при відході на 125 м від розрізної пічі. Обвалення 37 групи (алевроліт 13 м і аргіліт 4 м) сталося при відході на 155 м; 36 група (піщаник 7 м) – відхід 169 м; 35 група (алевроліт 11.85 м, вугілля 0,15 м) – 192 м ; 34 група (аргіліт 9 м) – відхід 202 м; 33 група шарів (алевроліт 4 м) – 209 м; 32 група (піщаник 4 м) – 220 м; 31 група (аргіліт 4 м) – 222 м; 30 група (піщаник 2 м,

алевроліт 1,4 м, вугілля 0,6 м, аргіліт 1 м) – відхід 238 м; 29 група (піщаник 7,4 м) - відхід 259 м.

Рисунок 3.4.2. – Звід зсуву порід при відході на 59 м

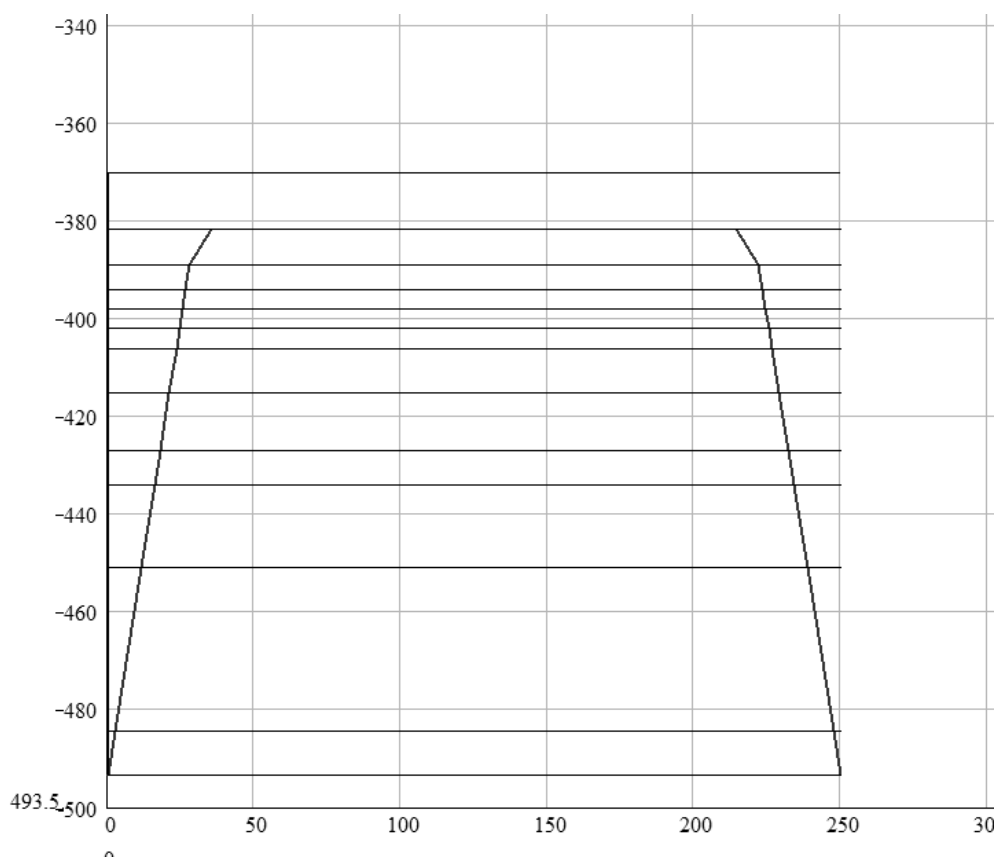


Рисунок 3.4.3. – Звід зсуву порід при відході на 250 м

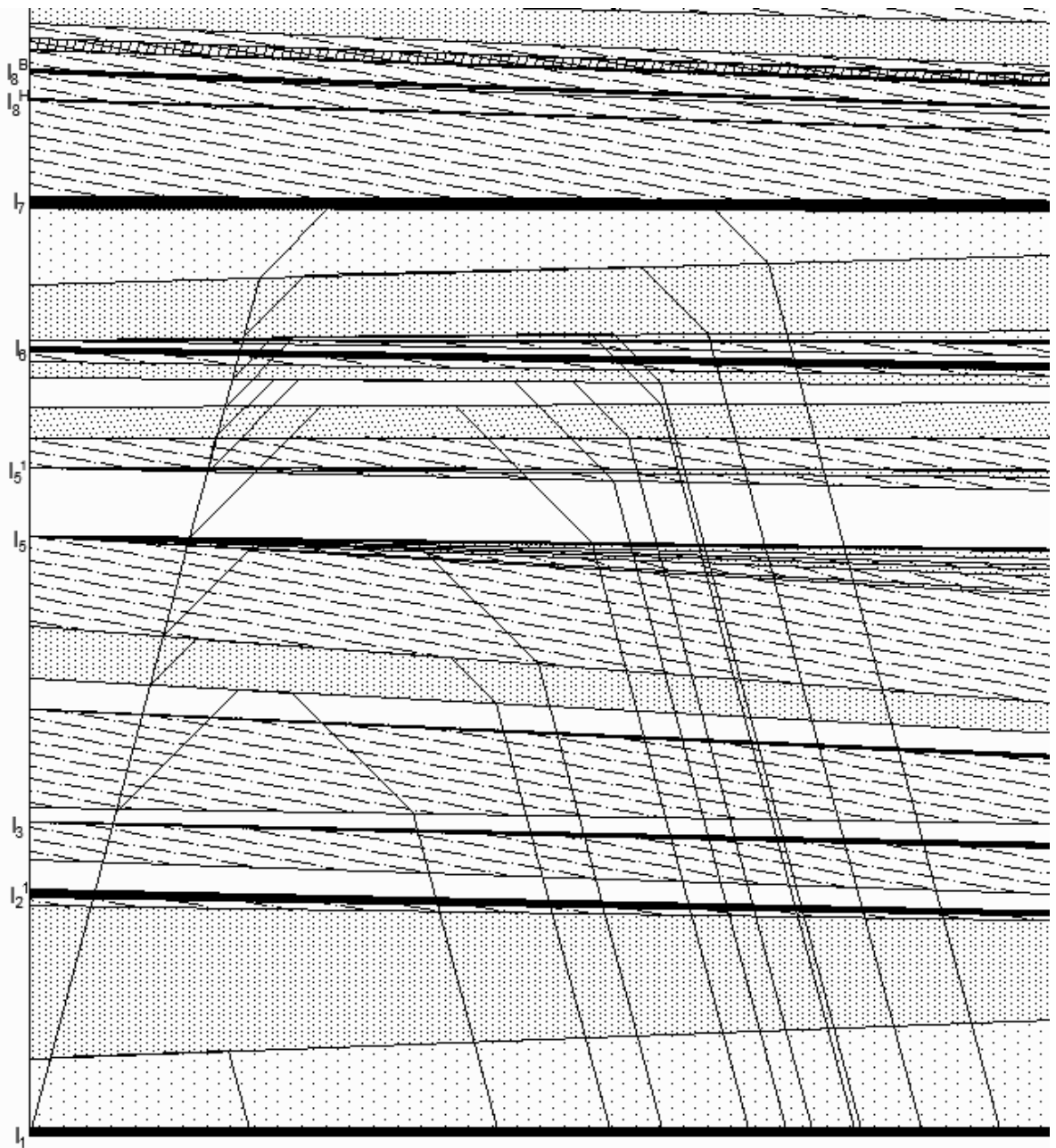


Рисунок 3.4.4. – Загальна картина зсуву порід при обваленні 11 груп
породних шарів

Провели дослідження змінення коефіцієнту концентрації навантаження на пласт.

Процес зсуву і обвалення порід покрівлі над виробленим простором супроводжується зміною напружено-деформованого стану в породних шарах. При вигині породних шарів коефіцієнт концентрації напружень збільшується до його граничного прольоту, а після обвалення в результаті

відсутності згинаючих напружень коефіцієнт концентрації на породний шар зменшується.

Якщо підставити данні до формули (3.3.5) то можна побачити як змінюється коефіцієнт концентрації в залежності від довжини лави.

Дані по розрахунку наведені нижче у вигляді графіків.

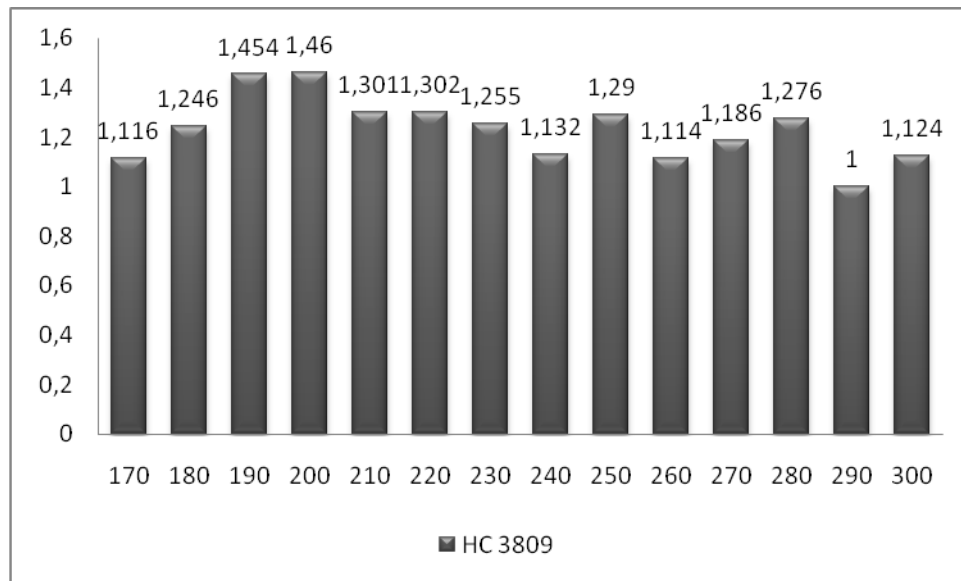


Рисунок 3.4.5. – Залежність коефіцієнту напруження від довжині лави за даними свердловини HC 3809

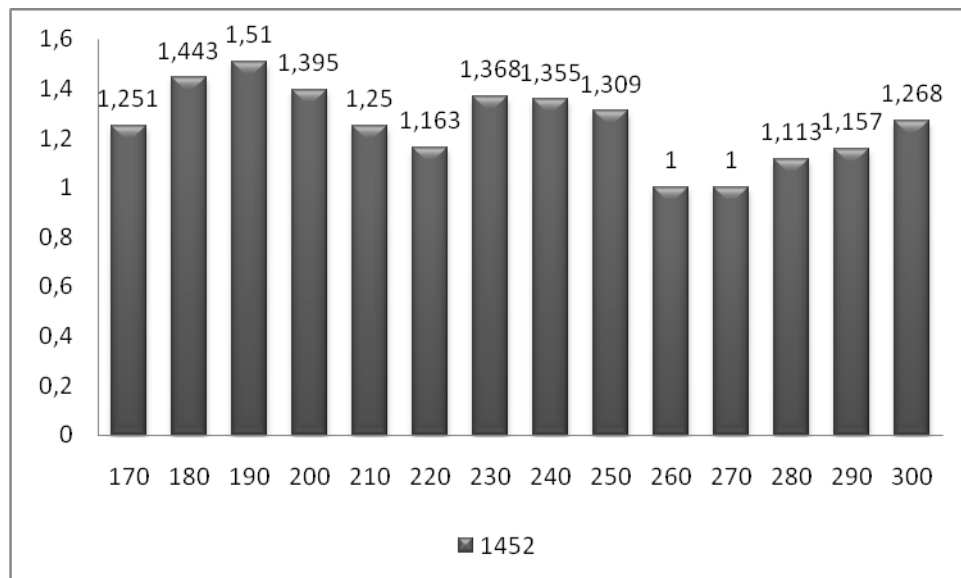


Рисунок 3.4.6. – Залежність коефіцієнту напруження від довжині лави за даними свердловини № 1452

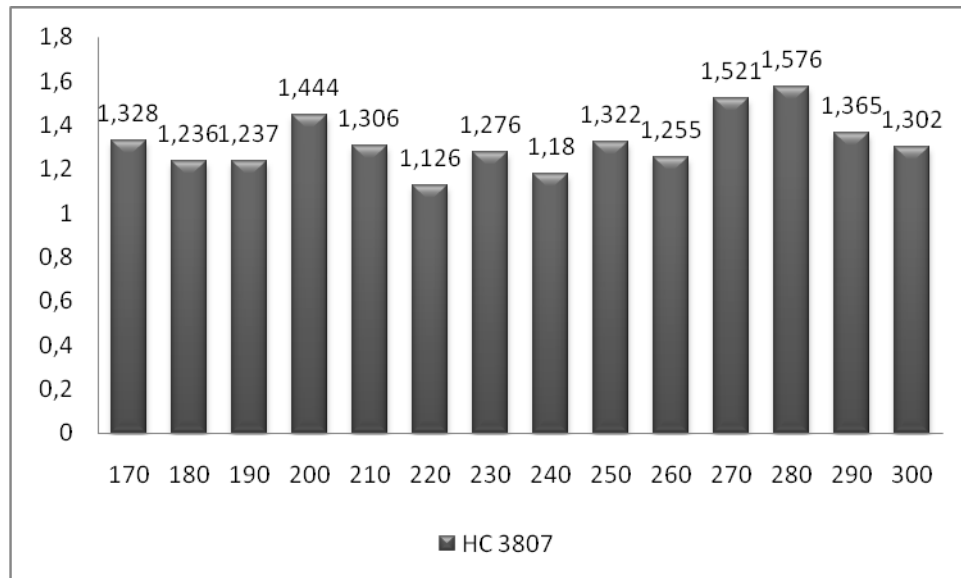


Рисунок 3.4.7. – Залежність коефіцієнту напруження від довжини лави за даними свердловини НС 3807

Виходячи з вище представленого можна запропонувати, що оптимальною довжиною лави для даних умов можна вважати 260 м, тому, що саме при такій довжині коефіцієнт концентрації на пласт є мінімальним. Висновки по 3 розділу.

1. В результаті запропонованої методики був порахований процес зрушення і обвалення порід покрівлі, котрий відстежений від початку відходу лави до максимального виробленого простору.
2. Була визначена первинна посадка основної покрівлі – 59м, і вторинні посадки вище розташованих груп шарів.
3. Визначили коефіцієнт концентрації на пласт і на породні шари, встановили параметри обвалення породних шарів.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаної кваліфікаційної магістерської роботи можна зробити такі висновки:

1. Процес зсуву і обвалення порід покрівлі над виробленим простором супроводжується зміною напружено-деформованого стану в породних шарах.
2. При вигині породних шарів коефіцієнт концентрації напружень збільшується до його граничного прольоту, а після обвалення в результаті відсутності згинаючих напружень коефіцієнт концентрації на породний шар зменшується.
3. Якщо відомі параметри зсуву і обвалення покрівлі, можливо використовувати ті чи інші заходи по управлінню покрівлею на виробленим простором як в очисних, так і в підготовчих вибоях.
4. При взаємодії породних шарів відбувається розділення гірського масиву на групи. При цьому породи в групі діють як цілий породний шар. Їх фізичні властивості усереднюються.
5. Основною причиною руйнування і обвалення порід покрівлі в очисних вибоях пологих пластів є руйнуючі напруження навколо виробки.
6. На формування величини руйнуючих напружень в безпосередньої і основної покрівлі по переді очисного вибою на момент первинної посадки впливає кількість і міцність породних шарів, котрі входять до зони зсуву.

ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Омельченко А.Н. Справочник по маркшейдерскому делу. – 4-е изд., перераб. и доп. – М., Недра, 1979. с.576
2. Панюков П.Н. Инженерная геология. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Недра», 1978, 296 с
3. Клишин Н.К. Управление состоянием массива горных пород: Конспект лекций. – Алчевск: ДонГТУ, 2005. – 214 с.
4. Липкович С.М. Механика горных пород (конспект лекций для специальности 0202), часть 1, Донецк – 1970г.
5. Сегриенко А.И. «Геомеханическое обоснование параметров обрушения трудноуправляемой кровли в лавах пологих пластов Донбасса», автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Донецк – 2009г.
6. Глушко В.Т., Ямщиков В.С., Ярланский А.А. Геофизический контроль в угольных шахтах. «Наук. думка», 1978. 224 с.
7. Цимбаревич П.М. Механика горных пород. М. – Углетехиздат, 1948, 184 с.
8. Борисов А.А. Расчеты горного давления в лавах пологих пластов. / М.: Недра, 1964. – 278 с
9. Трумбачев В.Ф. Исследование горного давления в очистных выработках оптическим методом. М, Углетехиздат, 1955. – 103 с.
10. Дашко Р.Э. Механика горных пород: Учебник для вузов. – М.: Недра, 1987. – 264 с, ил.
11. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика горных пород. М., «Недра», 1975. 271 с.
12. Шашенко А.Н. Механика горных пород: Конспект лекций. – Днепропетровск, 2004г.

13. И.А. Тимко Соппротивление материалов.. Харьков, Издательство харьковского университета, 1970 г. 348с.
14. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Управління станом породного масиву» , Красноармійськ – 2005р.
15. Фисенко Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. – М.: Недра,1976,-272с.