



Національний університет
водного господарства
та природокористування

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра розробки родовищ корисних копалин

061-137

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

ДО САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«МЕХАНІКА ГІРСЬКИХ ПОРІД»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ
6.050301 «ГІРНИЦТВО»
ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ

Рекомендовано до друку
методичною комісією
за напрямом підготовки «Гірництво»

Протокол № 4 від 16 березня 2011 року

РІВНЕ-2011



Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Механіка гірських порід» для студентів напряму підготовки 6.050301 «Гірництво» денної та заочної форм навчання // Маланчук З.Р., Боблях С.Р., Калько А.Д., Козяр В.О. – Рівне: НУВГП. – 2011. - 18 с.

Упорядники:

З.Р. Маланчук, доктор технічних наук, професор;

С.Р. Боблях, кандидат технічних наук;

А.Д. Калько, кандидат технічних наук, доцент;

В.О. Козяр, асистент.

Відповідальний за випуск: З.Р. Маланчук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри розробки родовищ корисних копалин



© Маланчук З.Р.,
Боблях С.Р.,
Калько А.Д.,
Козяр В.О., 2011

© НУВГП, 2011



ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Організація самостійної роботи студентів.....	4
2. Теми самостійної роботи.....	5
3. Організація індивідуальної дослідницької роботи студентів.....	14
3.1. Загальні вимоги до виконання роботи.....	14
3.2. Рекомендована структура роботи.....	14
3.3. Можливі теми індивідуальної дослідницької роботи студентів.....	16
Список рекомендованої літератури.....	17

ВСТУП

Дисципліна „Механіка гірських порід” вивчає фізико-механічні властивості гірських порід (у масиві, у розпушеній гірській масі, у породних зразках), їх напружений стан і закономірності зміни властивостей і стану порід під дією фізичних полів, що штучно створюються при видобутку корисних копалин. Вивчаються також методики експериментальних робіт в натурних і лабораторних умовах, методи моделювання, обладнання і апаратура для вивчення властивостей і напруженого стану порід. Розглядаються загальні принципи використання встановлених показників, явищ в гірських породах і закономірностей їх зміни безпосередньо для вирішення задач гірничого виробництва.

Гірниче виробництво у загальному вигляді представляє собою взаємозалежні технологічні процеси: розкриття і підготовка родовища, буріння, підривання, виймання підірваної маси, управління гірським тиском, транспортування порід, їх складування, первинна обробка і подрібнення корисної копалини і, при необхідності, її збагачення. На всіх етапах цієї технологічної схеми виникає необхідність в знаннях фізичних властивостях гірських порід або спеціальних гірничо-технологічних характеристик.

При проектуванні сучасних гірничих підприємств, плануванні їх роботи, виборі і розрахунку режимів і продуктивності гірничого обладнання найбільша ефективність досягається при оптимальній відповідності фізичним властивостям гірських порід.

Крім економічної, важливішою задачею, що стоїть перед гірничим інженером, є задача забезпечення безпеки гірничих робіт



особливо у зв'язку із зростанням глибини сучасних шахт, рудників, розрізів і кар'єрів.

У зв'язку з цим „Механіка гірських порід” вивчає явища, закономірності і принципи вирішення задач в області гірського тиску, які мають загальну теоретичну основу для різних видів гірничих робіт.

Таким чином, дисципліна „Механіка гірських робіт” є базовою для наступного вивчення спеціальних дисциплін студентами всіх гірничих спеціальностей.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Самостійна робота студентів з дисципліни „Механіка гірських порід” організується так:

- позааудиторне вивчення матеріалу;
- самостійна робота під керівництвом викладача;
- виконання практичних робіт;
- індивідуальна дослідницька робота по заданій темі.

Позааудиторна (домашня) робота студентів полягає у самостійному вивченні заданої теми. При конспектуванні матеріалу рекомендується виділяти найбільш важливі положення, орієнтуючись при цьому на контрольні питання, що приводяться наприкінці кожної теми. Для полегшення самостійної роботи вказана необхідна література, даються методичні матеріали, що пояснюють логічну структуру теми, найбільш важливі положення і визначення. Поточний контроль позааудиторної самостійної роботи здійснюється при перевірці конспектів. Для самоконтролю студенти можуть використовувати приведені у методичних вказівках задачі і вправи.

Самостійна робота студентів під керівництвом викладача організується в аудиторії під час занять за розкладом. При самостійній роботі з літературою студенти конспектують основні положення відповідної теми, орієнтуючись на поставлені викладачем питання, що відображають внутрішню логіку і принципові для даної теми положення. Контроль за виконанням самостійної роботи здійснюється оперативно під час заняття. Наприкінці заняття на підставі вивченого матеріалу студенти вирішують відповідні задачі або виконують вправи і здають викладачеві. Результати самостійної роботи перевіряються і аналізуються викладачем і доводяться до відома студентів на наступному занятті.



Практичні роботи з дисципліни відповідно до робочої програми виконуються в навчальній аудиторії під керівництвом викладача. У ході виконання практичних робіт студенти самостійно вивчають відповідні методичні вказівки, знайомляться з теорією і практикою конкретного методу визначення фізичних властивостей гірських порід, узагальнюють і аналізують результати. Поточний контроль за ходом самостійної роботи здійснюється викладачем під час заняття. Заключний контроль отриманих знань і навичок реалізується під час захисту оформленої розрахунково-графічної роботи.

Для найбільш встигаючих студентів пропонується індивідуальна дослідницька робота, що має за мету поглибити знання за визначеним розділом дисципліни, допомогти формуванню навичок і зацікавленості у творчій роботі, отримати конкретні науково-дослідні результати. Студент вивчає наукову літературу, виконує в лабораторії експериментальні дослідження, проводить узагальнення і аналіз результатів і складає реферат, матеріали якого доповідаються в студентській групі. При високому рівні виконаних досліджень реферат може бути прийнятий в якості заліку або екзамену з дисципліни.

2. ТЕМИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Тема 1. Основні параметри пружно-пластичного стану породного масиву навколо горизонтальної виробки

Суть теорії, заснованої на законах термодинаміки, зводиться до наступного. Після того як у виробці встановлюється кріплення, утворюється замкнута система, яка володіє певною внутрішньою енергією S . З плином часу відбувається перерозподіл енергії в системі, який може призвести як до рівноваги, так і до руйнування кріплення.

Теорія А. Лабасса. У праці А. Лабасса розглядається довга горизонтальна виробка, яка має круглий обрис поперечного перерізу з радіусом R_0 і розміщена на глибині H від земної поверхні в однорідному породному масиві з об'ємною вагою γ . До контуру виробки прикладене рівномірно розподілене навантаження величиною p_0 . Рівень напружень, який діє у місці виробки, такий, що навколо нього утворюється замкнена область зруйнованих порід, яка розглядається як середовище, в якому відсутнє зчеплення і яке



водоє внаутрішнім тертям. Розрахункова схема задачі відповідає рис. 2.1.

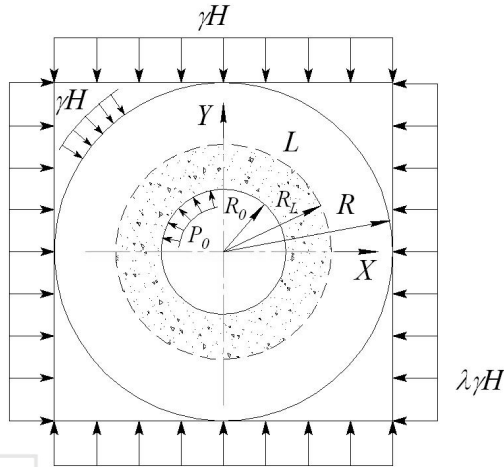


Рис. 2.1. Розрахункова схема для розв'язку задачі про пружно-пластичний розподіл напружень навколо горизонтальної виробки

Рівняння рівноваги і умови міцності для області непружних деформацій мають вигляд:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} - \frac{\sigma_\theta - \sigma_r}{r} = 0 \quad (2.1)$$

$$\sigma_\theta = A\sigma_r \quad (2.2)$$

де

$$A = \frac{1 + \sin \rho}{1 - \sin \rho}$$

Підставивши значення σ_θ із (2.2) в (2.1), отримаємо наступне диференціальне рівняння:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} - (A-1)\frac{\sigma_r}{r} = 0 \quad (2.3)$$

розв'язок якого має вигляд:

$$\sigma_r = C \cdot r^{A-1} \quad (2.4)$$

Тут C – довільна постійна інтегрування, яку знайдемо із



граничної умови на контурі виробки:

$$\sigma_r = p_0 g \text{ при } r=1 \quad (2.5)$$

У кінцевому випадку отримаємо:

$$\sigma_r = p_0 r^{A-1} \quad (2.6)$$

$$\sigma_\theta = A p_0 r^{A-1} \quad (2.7)$$

Умови спільності деформацій для розглядуваної полярно-симетричної задачі наступні:

$$\sigma_r + \sigma_\theta = 2\gamma \cdot \dot{\epsilon} \quad (2.8)$$

Підставляючи значення компонентів напружень (2.6) і (2.7), отримаємо при $r=r_L$ розрахункову формулу для визначення навантаження на кріплення виробки:

$$\delta_0 = (1 - \sin \rho) \dot{\epsilon} \left(\frac{R_0}{R_L} \right)^{\frac{2 \sin \rho}{1 - \sin \rho}} \quad (2.9)$$

де R_L – радіус області непружних деформацій.

У результаті непружного розширення порід у пластичній області площа поперечного перерізу зменшується на величину ΔS , яка за А. Лабасом може бути визначена за формулою

$$\Delta S = \pi(R_L^2 - R_0^2)(k_p - 1) \quad (2.10)$$

Із (2.10) отримаємо вираз для визначення радіуса зони непружних деформацій:

$$R_L = \sqrt{\frac{\pi R_0^2 (k_p - 1) + \Delta S}{\pi (k_p - 1)}} \quad (2.11)$$

Величина піддатливості ΔS по конструктивним міркуванням приймається рівною $(0,16 \dots 0,26) S_{ce}$ (S_{ce} – площа поперечного перерізу виробки), коефіцієнт розпушення $k_p=1,1$.

Контрольні питання:

1. Які основні параметри пружно-пластичного стану пород-



ного масиву?

2. У чому полягає суть теорії А.Лабасса?
3. Яким чином непружне розришення порід впливає на площу поперечного перерізу виробки?
4. Від яких параметрів залежить відносний радіус області пластичних деформацій?
5. Значання яких параметрів впливає на радіус зони непружних деформацій?

Задача:

Визначити основні параметри пружно-пластичного стану породного масиву навколо горизонтальної виробки, якщо напівпроліт (радіус) виробки R_0 ; r_L ; коефіцієнт об'ємного розпушення порід \mathcal{E}_v рівні (табл. 1).

Таблиця 1

Варіант	Показники		
	R_0 , м	r_L	\mathcal{E}_v
1.	1,8	1,65	-0,07
2.	2,05	1,64	-0,1
3.	1,9	1,66	-0,09
4.	2,2	1,62	-0,16
5.	2,1	1,63	-0,11

Тема 2. Гіпотези зводу природної рівноваги

Утворення зводів при обваленні кривлі виробок, що спостерігається на практиці, стало основою для теоретичних розробок з метою визначення навантаження на кріплення.

Теорія М.М. Протодьяконова. На глибині H від поверхні розглядається горизонтальне довге вироблення з перерізом прямокутної форми шириною $2a$ (рис. 2.2, а). Над виробленням відповідно до гіпотези утвориться зведення природної рівноваги висотою b . Породи в межах зводу цілком зруйновані, не мають зчеплення, але мають внутрішнє тертя. Зведення кріплення у виробці не перешкоджає утворенню зводу природної рівноваги.

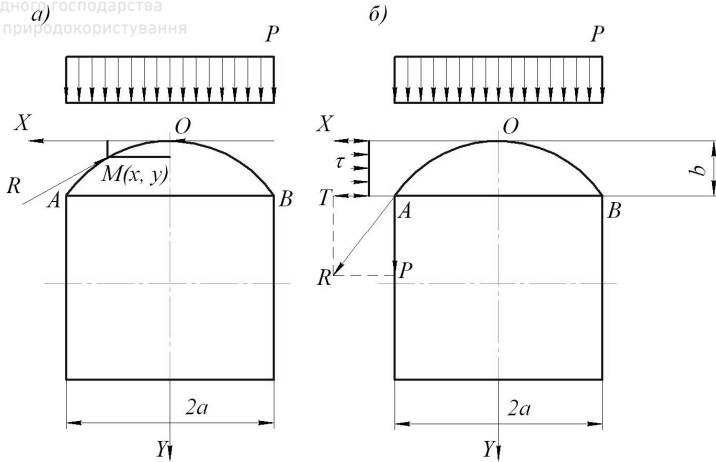


Рис. 2.2. Схема для розрахунку навантаження на кріплення за М.М. Протодьяконовим

Задача складається з двох частин: визначення форми кривої зводу; визначення його висоти.

Взявши суму моментів відносно точки M , отримаємо

$$T_y - \frac{px^2}{2} = 0 \quad (2.11)$$

Звідки випливає рівняння кривої $y = \frac{px^2}{2T}$, яка є параболою.

Вага порід, що тисне на кріплення на довжині l виробки, визначається з умови:

$$Q = \frac{2}{3} 2ab\gamma = \frac{4}{3} \gamma \frac{a^2}{f}, \hat{e}l \quad (2.12)$$

Тиск на одну раму при кроці l установки кріплення:

$$Q_l = \frac{4}{3} \gamma \frac{a^2}{f} l, \hat{e}l \quad (2.13)$$

Як випливає з формул (2.12) і (2.13), тиск на кріплення виробки не залежить від глибини розташування її від поверхні землі. Фактично, вимірювання величини тиску на кріплення виробок показує, що з глибиною тиск на кріплення зростає по деякому нелінійному закону.



Теорія П.М. Цимбаревича. Очевидна невідповідність уявлень

М.М. Протодьяконова реальним процесам формування навантаження на кріплення гірських виробок спонукала П.М. Цимбаревича запропонувати нову, більш сучасну на той час, теорію гірського тиску.

Відповідно до його уявлень у кривлі виробки утворюється звод природного руйнування, розміри якого виходять за межі виробки на величину $2c$ (рис. 2.3). При цьому проліт нового зводу дорівнює $2a+2c$.

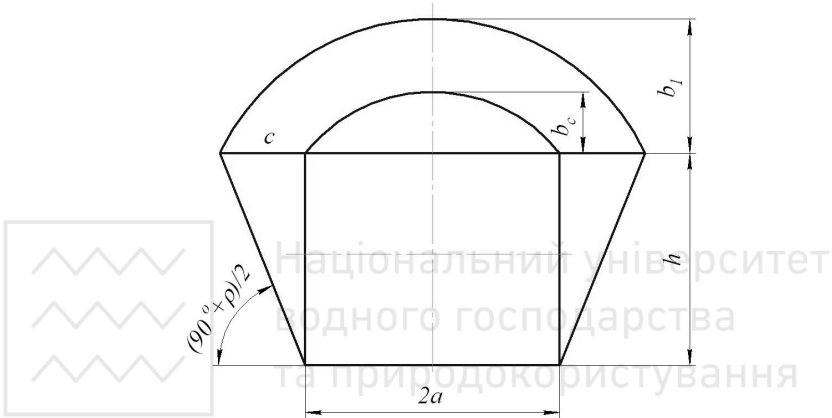


Рис. 2.3. Розрахункова схема до задачі П.М. Цимбаревича

Породи під опорами зводу руйнуються, у боках вироблення утворюються призми, які створюють бічний тиск на стійки кріплення.

Висота призм сповзання дорівнює висоті вироблення h , а кут нахилу площин сповзання дорівнює $\frac{90^\circ + \rho}{2}$, де ρ - кут внутрішнього тертя вміщуючих порід. У відповідності із схемою одержимо:

$$c = h \operatorname{ctg} \frac{90^\circ + \rho}{2}. \quad (2.14)$$

Тоді

$$b_1 = \frac{a+c}{f} = \frac{a + h \operatorname{ctg} \frac{90^\circ + \rho}{2}}{\operatorname{tg} \rho} \quad (2.15)$$

При розрахунку поверхні кріплення вертикальне навантаження приймають рівномірно розподіленим:



$$Q = 2a \cdot b_1 \cdot \gamma \cdot l \quad (2.16)$$

3 формули (2.16), тиск на кріплення також не залежить від глибини закладення виробки.

Контрольні питання:

1. У чому полягає суть теорії зводу М.М. Протодьяконова?
2. В якій залежності знаходиться глибина від тиску на кріплення виробки?
3. У чому полягає суть теорії зводу П.М. Цимбаревича?
4. Як визначається висота призм сповзання?
5. Чому рівний проліт нового зводу за теорією П.М. Цимбаревича?

Задачі:

1. Визначити вертикальне навантаження, яке діє на верх кріплення за методом проф. М.М. Протодьяконова, при таких вихідних даних (табл. 2)

Таблиця 2

Варіанти	Показники				
	f	$\gamma, \text{т/м}^3$	$\rho, ^\circ$	$a, \text{м}$	$l, \text{м}$
1.	3	2,0	30	2	0,5
2.	3,2	2,1	30	2,5	0,6
3.	3,4	2,2	30	3	0,7
4.	3,6	2,4	30	3,5	0,8
5.	3,1	1,9	30	4	0,9

2. Визначити вертикальне навантаження, яке діє на верх кріплення за теорією П.М. Цимбаревича, при таких вихідних даних (табл. 3)

Таблиця 3

Варіанти	Показники					
	f	$\gamma, \text{т/м}^3$	$\rho, ^\circ$	$a, \text{м}$	$l, \text{м}$	$h, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7
1.	3,1	1,9	30	2	0,5	3,6
2.	3,0	2,1	30	2,5	0,6	3,8



1	2	3	4	5	6	7
3.	3,2	2,4	30	3	0,7	4,0
4.	3,4	2	30	3,5	0,8	4,2
5.	3	2,2	30	4	0,8	4,5

Тема 3. Статистична обробка результатів вимірювань

Для отримання достовірних значень шуканої механічної характеристики необхідно виконати вимірювання як на найбільшому числі зразків. Для цього проби, що йдуть на подальше виготовлення зразків, відбирають за певною методикою так, щоб вони в максимально представляли всі можливі для даного породного масиву коливання мінерального складу і структурних особливостей.

За спеціальними методиками встановлюється необхідне число зразків, відповідно до якого з генеральної сукупності випадково відбирають певну кількість проб. Відібрана партія проб являє собою випадкову вибірку. З кожної проби виготовляють 3...4 зразки максимально допустимих за даною методикою розмірів.

Результати вимірювань кожної групи зразків по всій випадковій вибірці піддають статичній обробці. Перш за все, визначають середнє арифметичне значення всіх n вимірювань параметра X_i

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.17)$$

Потім визначають: середнє квадратичне відхилення одиничного результату:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.18)$$

Коефіцієнт варіації (%), тобто середнє відносне відхилення отриманих результатів вимірювань від середнього арифметичного:

$$\eta = \frac{S_n}{\bar{X}} \cdot 100 \quad (2.19)$$

Довірчий інтервал



$$\Delta X = \frac{t_{na} S_n}{\sqrt{n}} \quad (2.20)$$

Коефіцієнт Стюдента t_{na} враховує відмінність випадкової вибірки від генеральної сукупності і залежить від числа зразків n та потрібної довірчої ймовірності.

З формули (2.20) легко визначити необхідну кількість випробувань для забезпечення помилки вимірювань не більше при

$\xi = \frac{\Delta X}{X}$ відомому коефіцієнті варіації вивчає мого параметру:

$$n = \left(\frac{t_{na} \cdot \eta}{\xi} \right)^2.$$

Контрольні питання:

1. З якою метою проводиться статистична обробка результатів вимірювань?
2. Які основні показники необхідно визначити при статистичній обробці результатів вимірювань?
3. Від чого залежить кількість відібраних зразків?
4. Який коефіцієнт враховує відмінність випадкової вибірки від генеральної сукупності?
5. Що таке коефіцієнт варіації?

Задача:

Виконати статичну обробку результатів випробування гірських порід на одновісне стиснення, при таких вихідних даних (табл. 4)

Таблиця 4

Варіанти	R_{0i} , кг/см ²
1.	313, 413, 513, 345, 445, 555, 424, 400, 460, 370
2.	390, 337, 313, 384, 390, 430, 470, 510, 480, 440
3.	402, 367, 441, 337, 313, 413, 299, 467, 465, 366
4.	487, 490, 390, 399, 326, 420, 530, 396, 515, 410
5.	501, 333, 280, 389, 444, 365, 404, 387, 294, 309
6.	236, 402, 503, 378, 354, 295, 270, 317, 410, 244
7.	323, 360, 366, 298, 412, 318, 400, 505, 490, 264
8.	288, 321, 334, 360, 374, 403, 415, 460, 512, 501



3. ОРГАНІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

3.1. Загальні вимоги до виконання роботи

Неодмінною вимогою виконання індивідуальної дослідницької роботи є її творчий характер, заснований на активному володінні студентом відповідним науковим матеріалом, виконанні експериментальних або аналітичних досліджень у вільній програмі, що передбачає елементи пошуку. Залежно від обсягу досліджень робота може проводитися індивідуально або групою студентів.

При виконанні роботи студенти можуть користуватися лабораторіями, обладнанням, інструментом і матеріалами кафедри, а також отримувати кваліфіковану консультацію в галузі техніки і технології проведення гірничих виробок, буропідричних робіт, механіки гірських порід і підземних споруд, гірського тиску і кріплення виробок, теорії організації і планування інженерного експерименту, статистичної обробки його результатів.

Залежно від характеру досліджень і суттєвості матеріалу дисципліни, що вивчається, студентська робота може бути організована в одній з наступних форм. При наявності чітко сформульованої мети та задач досліджень, студенти можуть повністю самостійно виконувати роботу від моменту отримання завдання до кінцевого оформлення результату. Якщо виникають проблеми з визначенням мети та задач, вирішення яких необхідно для досягнення мети або в процесі виконання роботи можливі альтернативні шляхи її розвитку, студенти працюють під керівництвом викладача. Нарешті, можливий варіант, коли студенти і викладач разом виконують визначений етап дослідження за держбюджетною темою. В останньому випадку студенти мають можливість приєднатися до процесу вирішення значних наукових задач, безпосередньо перейняти методи і прийоми дослідницької роботи.

Результати виконаної роботи представляються у вигляді звіту або реферату, що оформлені відповідно до вимог.

3.2. Рекомендована структура роботи

Будь-яка робота повинна починатися тільки тоді, коли чітко з'ясована її мета. Безцільна робота гірше бездіяльності, бо пов'язана



з витратами праці і часу, що не приводить до досягнення корисного результату. Першим етапом дослідження є визначення кола задач і методів їх рішення, які дозволяють реалізувати кінцеву мету роботи. Для цього вивчається теорія процесу або явища, що досліджується, виявляються фактори, які впливають на нього, розглядаються шляхи рішення подібних проблем в минулому, аналізуються умови досягнення кінцевого результату з урахуванням існуючих можливостей, в тому числі, лабораторної бази. Шляхи і методи вирішення поставлених задач слід вибирати так, щоб при мінімальних витратах праці і часу отримати максимально можливу точність і надійність результату.

Другий етап полягає у відпрацюванні методів, плануванні і здійсненні експериментальних або аналітичних досліджень, тобто у вирішенні поставлених задач.

Третій (заключний) етап полягає в обробці і аналізі отриманих результатів. Тут оцінюється точність і достовірність отриманих даних, здійснюється необхідна математична обробка, обговорюється хід експерименту або теоретичних побудов. Аналіз результатів заключається у наступному. Встановлюється, чи досягнута кінцева мета досліджень. Якщо ні – визначаються причини цього. При виявленні помилки або відхилень від плану досліджень результат виправляється. Якщо негативний результат отриманий при правильному ході роботи, робиться висновок про хибність початкових передумов або гіпотез. Негативний результат – теж результат, так як дозволяє відкинути безперспективний шлях в науковому пошуку. При позитивному результаті дослідження описується суть отриманих закономірностей, їх відповідність фундаментальним фізичним законам і формується остаточний висновок по роботі.

Результати досліджень оформлюються у вигляді наукового звіту або реферату, структура якого може бути представлена так:

Вступ – описується передісторія виникнення питання, обґрунтовується актуальність і практична значимість мети дослідження, приводиться фізичне обґрунтування можливості вирішення цієї проблеми.

Обґрунтування задач дослідження, засобів і методів їх вирішення – розглядається теорія питання, можливі шляхи реалізації поставленої мети, передбачувані результати. Даний розділ повинен мати змістовний заголовок, що відображає суть досліджень.

Методика дослідження – детально описуються всі методи, що



використовуються в роботі: їх суть, розрахункові формули, обладнання і апаратура, методи математичної обробки результатів. Якщо робота пов'язана з проведенням експерименту, його хід описується так, щоб забезпечити можливість його відтворення будь-яким дослідником.

Обробка і аналіз результатів – у систематизованому вигляді приводяться всі отримані результати, наприклад, дані експерименту записуються у таблицю. Дається зведення даних по математичній обробці результатів. Обговорюються встановлені закономірності, в тому числі, і фізика явища.

Висновки – стисло описується суть отриманих результатів, їх точність, вірогідність і область застосування.

Використовувана література.

У завершенні слід зазначити, що будь-яке наукове дослідження відрізняється своєрідністю, тому приведену схему не можна розглядати як догму, але з іншого боку, суттєвий відступ від даної структури необхідно обґрунтовувати.

3.3. Можливі теми індивідуальної дослідницької роботи студентів

Тема 1. Пружні властивості гірських порід і оцінка впливу мінерального складу, шаруватості, пористості та зовнішніх полів на модуль пружності.

Тема 2. Розподілення пружних коливань і оцінка акустичних характеристик гірських порід.

Тема 3. Оцінка залежності поширення пружних коливань від внутрішніх і зовнішніх факторів та дія пружних коливань на гірські породи.

Тема 4. Теорії міцності твердих тіл. Вплив дефектів і мінерального складу на міцність порід.

Тема 5. Теорії міцності твердих тіл. Вплив будови гірських порід на їх міцність.

Тема 6. Теорії міцності твердих тіл. Вплив зовнішніх факторів на міцність гірських порід.

Тема 7. Оцінка зв'язку пружних і міцнісних характеристик порід у зразку та масиві.

Тема 8. Оцінка пластичних і реологічних властивостей гірських порід.



Тема 9. Оцінка напружень і деформацій в гірських породах.

Тема 10. Основні моделі механіки суцільних середовищ.

Тема 11. Основні моделі механіки суцільних середовищ. Реологічні моделі.

Тема 12. Напружено-деформований стан суцільного середовища. Напружений стан в точці.

Тема 13. Напружено-деформований стан гірського масиву. Розподілення напружень навколо підземних виробок.

Тема 14. Механічні процеси в масивах порід, які містять гірські виробки і аналітичні методи дослідження цих процесів.

Тема 15. Розрахункові схеми взаємодії масивів гірських порід з підземними спорудами та їх класифікація.

Тема 16. Формування навантаження на конструкції підземних споруд.

Тема 17. Вплив форми вибою на напружений стан привибійного простору гірничої виробки.

Тема 18. Огляд досліджень зміни напруженого стану масиву гірських порід навколо підготовчих виробок.

Тема 19. Зміцнення порід як спосіб підвищення стійкості виробок.

Тема 20. Аналіз досліджень прояву гірського тиску в вертикальних стволах на великих глибинах.

Тема 21. Дослідження співвідношення між загальним коефіцієнтом міцності і контактною міцністю гірських порід.

Тема 22. Аналіз досліджень раціональної величини площі перерізу виймальних штреків.

Тема 23. Методи боротьби із вздуттям порід у гірських виробках.

Тема 24. Фізико-механічні властивості слабометоморфізованих гірських порід та коефіцієнт бокового розпирання.

Тема 25. Визначення фільтраційних властивостей гірських порід в шахтних умовах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Конспект лекцій з дисципліни “Механіка гірських порід” для студентів спеціальності 6.090300 «Розробка родовищ корисних копалин» / З.Р. Маланчук. – Рівне НУВГП, 2005. – 202 с.

2. Шашенко О.М. Механіка гірських порід / О.М. Шашенко //



Навч. Посібник. – Дніпропетровськ: Національна гірнича академія України, 2002. – 302 с.

3. Шашенко А.Н. Механика горных пород. / А.Н. Шашенко, В.П. Пустовойтенко. – Киев, Новый друк, 2003. – 400 с.

4. Шашенко А.Н. Масштабный эффект в горных породах. / А.Н. Шашенко, Е.А. Сдвижкова, С.В. Кужель. – Днепропетровск, АРТ-ПРЕСС, 2004. – 130 с.

5. Дидух Б.И. Механика грунтов / Б.И. Дидух // Учебное пособие. – М.: Изд. УДН, 1990. – 92с.

6. Механика грунтов, оснований и фундаментов / Под ред. С.Б. Ухова. // Для вузов 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 586 с.

7. Горшков Л.К. Основы теории упругости и пластичности в разведочном бурении / Л.К. Горшков. – С. Петербург: ГИ, 1992. – 151 с.

8. Ревуженко А.Ф. Механика упруго-пластических средств и нестандартный анализ / А.Ф. Ревуженко. – М.: Изд. НГУ, 2000. – 428 с.

