

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО КУРСУ "ОСНОВИ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ"
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ ГІРНИЧИХ ТА ГЕОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ)

УДК 622.1:528 (0758)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ПО КУРСУ "ОСНОВИ
МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ" / А.В. Стягун, Б.І. Нестеренко, В.В.Назимко, Г.Г.
Козловський, І.В. Філатова, А.М. Грищенко, Н.А. Бугайова - Д.: ДонНТУ, 2010 – 72с.

Наведено зміст лабораторних робіт, а також обсяг і структура звіту про них.

Укладачі

А.В. Стягун
Б.І. Нестеренко
В.В. Назимко
Г.Г. Козловський
І.В. Філатова
А.М. Грищенко
Н.А. Бугайова

Відповідний за випуск

М.М. Грищенко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО КУРСУ "ОСНОВИ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ"
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ ГІРНИЧИХ ТА ГЕОЛОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
"Маркшейдерська справа"
Протокол № 4 від 13.10.2010 р.

Рекомендовано до
видання учбово-видавничою
Радою ДонНТУ
Протокол № 5 від 06.12.2010 р.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО КУРСУ "ОСНОВИ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ"
(для студентів гірничих та геологічних спеціальностей)

Укладачі

Стягун Анатолій Володимирович
Нестеренко Борис Іванович
Назимко Віктор Вікторович
Козловський Геннадій Гнатович
Філатова Ірина Вікторівна
Грищенко Андрій Миколайович
Бугайова Наталія Анатоліївна

ЗМІСТ

1. Лабораторна робота 1. ЗНАЙОМСТВО З МАПОЮ (ТОПОГРАФІЧНИМ ПЛАНОМ) ТА ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ З ЇХ ВИКОРИСТАННЯМ.....	6
2. Лабораторна робота 2. ЗНАЙОМСТВО З МАРКШЕЙДЕРСЬКОЮ ГРАФІЧНОЮ ДОКУМЕНТАЦІЄЮ.....	17
3. Лабораторна робота 3. ПОБУДОВА ГПСОМЕТРИЧНОГО ПЛАНУ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА І ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ СПОСОБОМ ГЕОЛОГІЧНИХ БЛОКІВ.....	35
4. Лабораторна робота 4. ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ.....	42
5. Лабораторна робота 5. ПОПОВНЕННЯ ПЛАНУ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК І ВИЗНАЧЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ ЗАВДАННЯ НАПРЯМУ ГІРНИЧІЙ ВИРОБЦІ.....	46
6. Лабораторна робота 6. ПОБУДОВА ПЛАНУ ОСІ СКРИВЛЕНОЇ СВЕРДЛОВИНИ Й ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ ЗУСТРІЧІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТУ.....	55
7. Лабораторна робота 7. ПОБУДОВА ЗОН ПІДВИЩЕНОГО ГІРНИЧОГО ТИСКУ ПРИ РОЗРОБЦІ СВИТИ ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ.....	59
8. Лабораторна робота 8. ПОБУДОВА НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО ПРОРИВУ ВОДИ ЗОН.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ.....	72

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

ЗНАЙОМСТВО З МАПОЮ (ТОПОГРАФІЧНИМ ПЛАНОМ) ТА ВИРШЕННЯ
ЗАДАЧ З ЇХ ВИКОРИСТАННЯМ

1.1. Загальні положення

Під мапою розуміють зображення на площині (на папері, екрані монітору, тощо) великих ділянок земної поверхні з врахуванням кривизни землі. При складанні мап використовують картографічні проекції.

Під топографічним планом розуміють зображення відносно невеликої ділянки місцевості в ортогональній проекції, впливом кривизни землі на якій можна знехтувати. На крупномасштабних мапах і топографічних планах наносять прямокутні координатні сітки. В масштабах 1:50000, 1:25000, 1:1000 сітку наносять та оцифровують через 1 км (наприклад в масштабі 1:25000 через 40 мм).

Рельєф місцевості на крупномасштабних мапах і планах відображають за допомогою горизонталей (рис. 1.1), під якими розуміють лінії, що з'єднують точки земної поверхні з однаковими висотними відмітками. Іншими словами горизонталь це слід перетину горизонтальної площини с земною поверхнею. Горизонталі наносять через інтервал по висоті який має назву перетину ізогіпси, тобто це різниця висотних відміток між сусідніми ізогіпсами на мапі або топографічному плані.

Під кожним листом мапи або плану вказують чисельний масштаб. Масштаб це ступінь зменшення лінійних параметрів ситуації на земній поверхні при відображенні на мапі або плані. Наприклад в масштабі 1:25000 кожному мм ситуації (дороги, лінії електропередачі, угідь тощо) на плані відповідає 25000 мм або 25 м на місцевості.

Орієнтувати лінію на місцевості – це значить знайти її напрямком щодо якого-небудь іншого напрямку, прийнятого в якості **вихідного**.

Горизонтальний кут між вихідним напрямком і орієнтованою лінією називається **орієнтирним кутом**.

У геодезії прийнято розрізняти прямий і зворотний напрямком ліній місцевості. Якщо напрямком лінії **CD** із точки **C** на точку **D** уважати **прямим**, тоді напрямком **DC** буде називатися **зворотним напрямком** цієї ж лінії. Відповідно до цього кут A_{CD} є **прямим орієнтирним кутом лінії CD**, а A_{DC} - **зворотним орієнтирним кутом** цієї ж лінії. Прямий і зворотний орієнтирні кути зв'язані між собою наступним співвідношенням:

$$A_{DC} = A_{CD} \pm 180^\circ$$

Який знак використовувати залежить від значення орієнтирного кута A_{CD} . Якщо $A_{CD} < 180^\circ$, то необхідно використовувати знак плюс, а якщо ні, то – знак мінус.

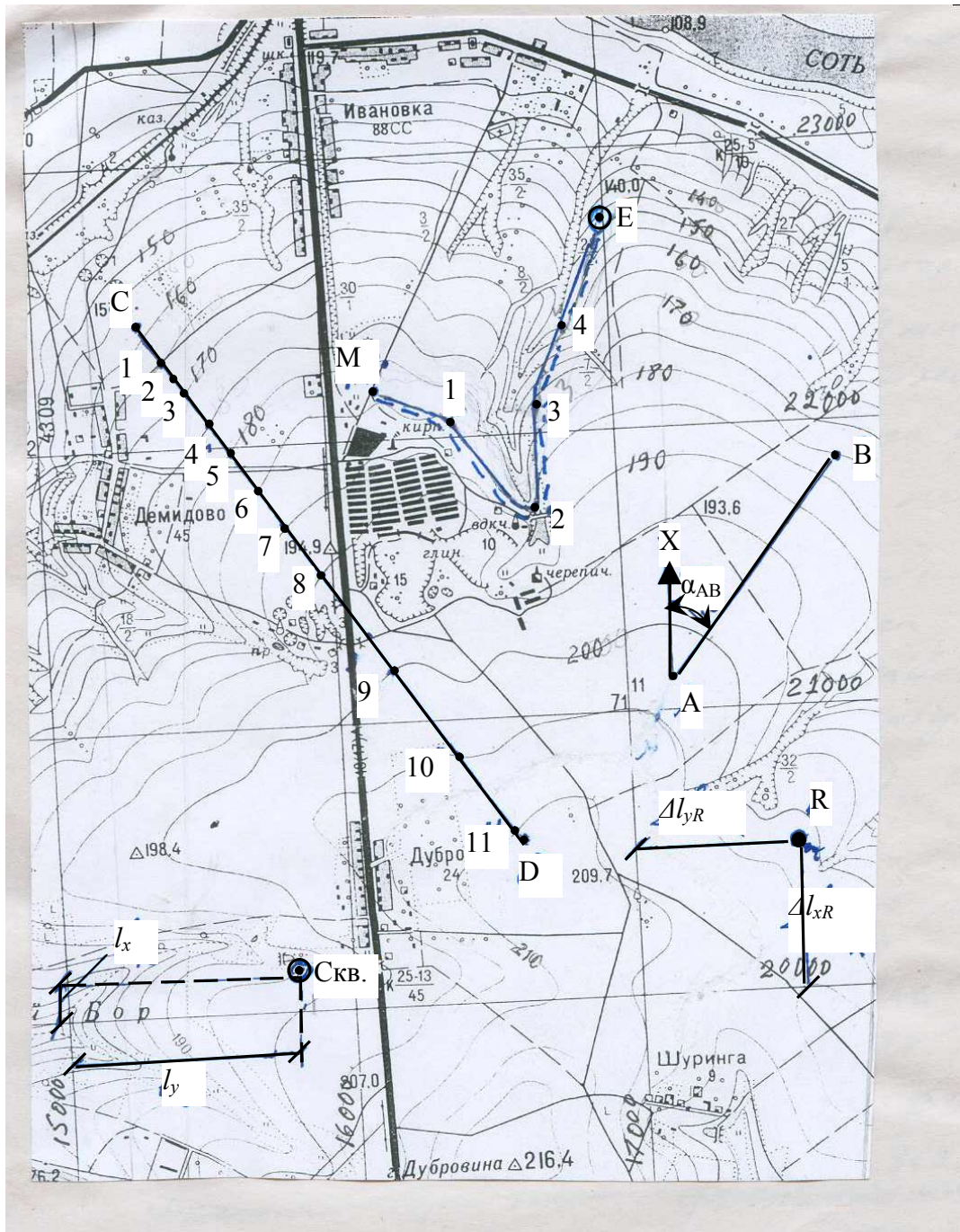


Рис. 1.1 - Фрагмент мапи земної поверхні
Масштаб 1:25000

- Дійсного (географічного) меридіана;
- Магнітного меридіана;
- Осьового меридіана зони, тобто осі Ox зони або лінії, їй паралельної.

Залежно від обраного вихідного напрямку орієнтирним кутом може бути:

- Дійсний азимут;
- Магнітний азимут;
- Дирекційний кут або румб.

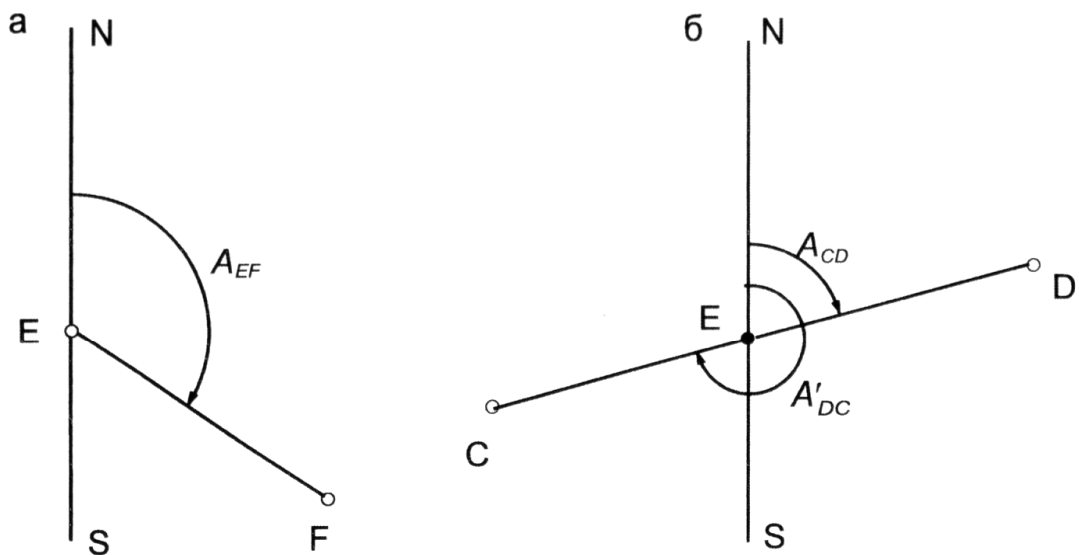


Рис. 1.2 – Орієнтування ліній в точці E

Таблиця 1.1

Вихідний напрямок		
Дійсний меридіан	Магнітний меридіан	Осьовий меридіан зони
Орієнтирний кут		
Дійсний азимут	Магнітний азимут	Дирекційний кут або румб

Дійсним азимутом A називається кут, відлічуваний по ходу годинникової стрілки від північного напрямку дійсного меридіана до даного напрямку. Дійсний азимут змінюється від 0° до 360° .

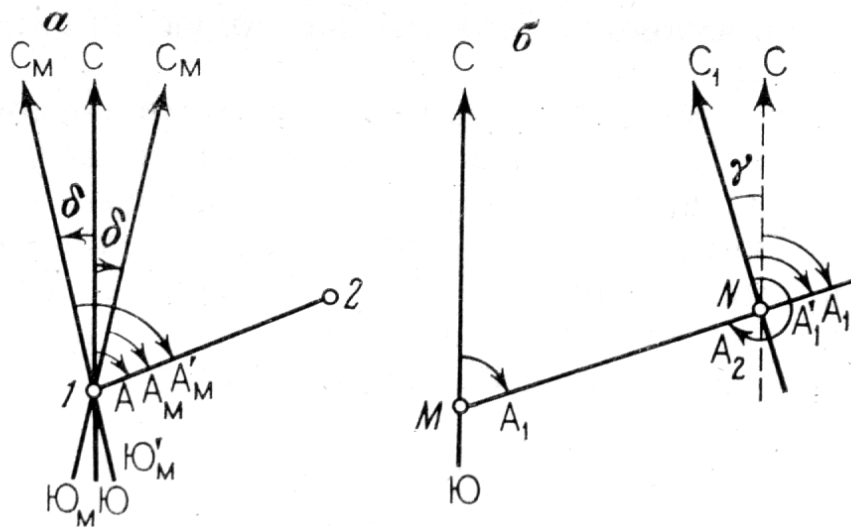


Рис. 1.3 – Дійсний та магнітний азимути

Напрямок дійсного меридіана на місцевості може бути отримано з астрономічних спостережень, або за допомогою спеціальних приладів – гірокомпасів або гіртеодолитів.

Кут між напрямками меридіанів у даних двох точках лінії називається **зближенням меридіанів** γ .

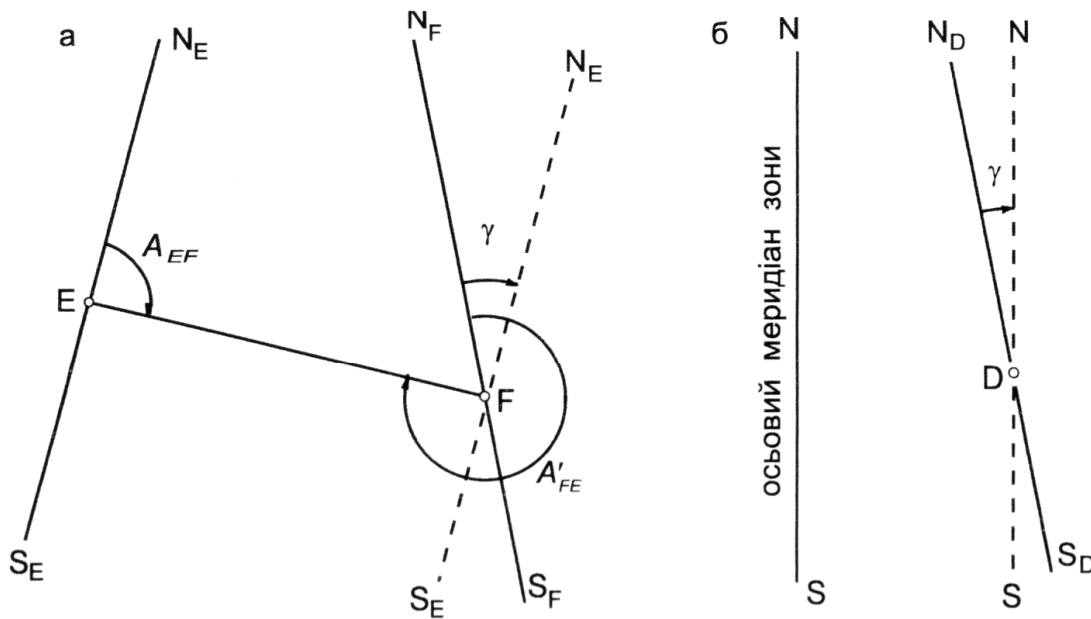


Рис. 1.4 – Зближення меридіанів

Прямий і зворотний азимути лінії CD зв'язані між собою співвідношенням

$$A_{DC} = A_{CD} \pm 180^\circ + \gamma$$

Можна показати, що

$$\gamma = (\lambda_D - \lambda_C) * \sin \varphi = \Delta\lambda * \sin \varphi$$

де λ_C, λ_D - довготи точок C і D ,

φ - середня широта лінії CD .

З наведеної формули випливає, що для лінії розташованої уздовж меридіана $\Delta\lambda = 0^\circ$, а для лінії, розташованої на полюсі, зближення меридіанів дорівнює самій різниці довгот $\Delta\lambda$.

При роботі з топографічними картами широко використовується **гаусовське зближення меридіанів**.

Гаусовським зближенням меридіанів називається зближення меридіанів у даній точці щодо осьового меридіана зони.

Гаусовське зближення меридіанів у точці називають східним (позитивним), якщо точка розташована на схід від осьового меридіана зони, і західним (негативним), якщо точка розташована на захід від осьового меридіана зони.

На топографічній карті гаусовське зближення меридіанів показане ліворуч під нижньою рамкою аркуша карти. Для карт масштабів 1:50000, 1:100000 зближення меридіанів на західній і східній рамці карти може відрізнятися від середнього на 10'-15'. На території СНД, особливо в північних широтах, зближення меридіанів досягає більш однієї хвилини на

1 км дуги паралелі. Тому зближення меридіанів повинне ухвалюватися в розрахунки в більшості випадків геодезичної практики.

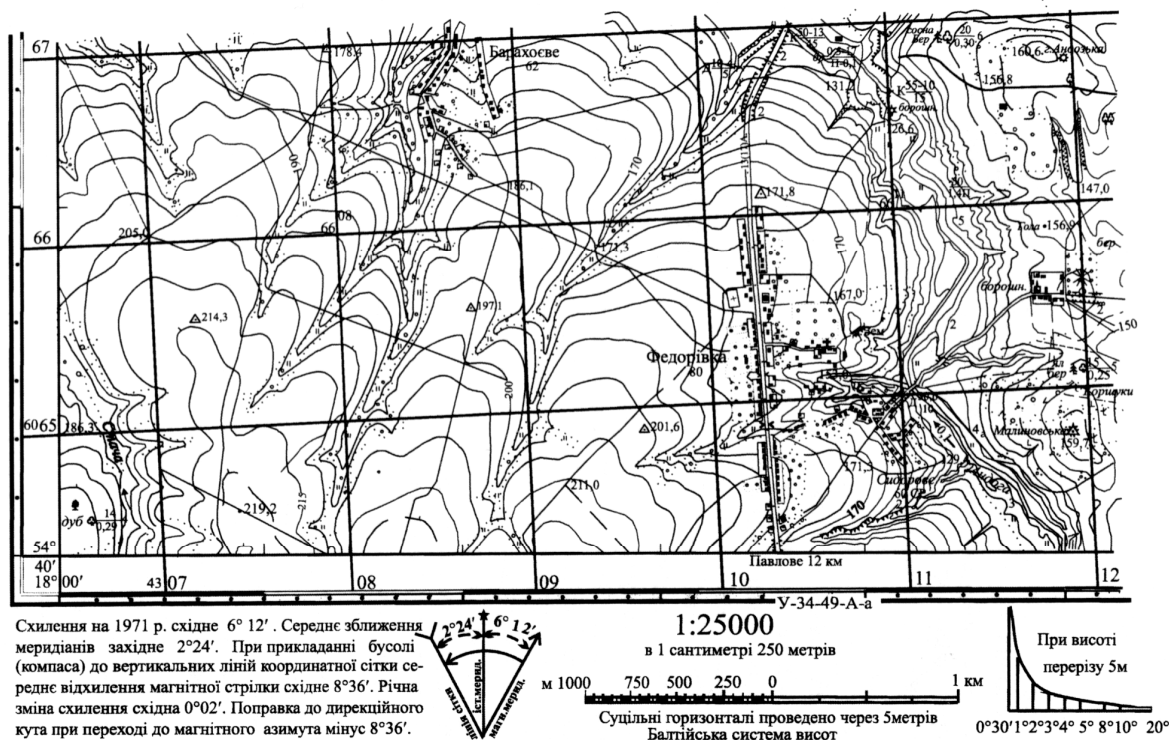


Рис. 1.5 – Зменшена копія фрагмента топографічної карти

Магнітним азимутом A_M називається кут, відлічуваний по ходу годинниковий стрілки від північного напрямку магнітного меридіана до даного напрямку. Магнітний азимут змінюється від 0° до 360° (див. рис. 1.3).

Напрямок магнітного меридіана визначається за допомогою приладів з магнітною стрілкою (компасу або бусолі).

У загальному випадку магнітний меридіан у даній точці земної поверхні не збігається з дійсним меридіаном у цій же точці.

Кут δ між напрямком дійсного й магнітного меридіанів у даній точці земної поверхні називається **відмінюванням магнітної стрілки**.

Кут δ відлічується від дійсного меридіана до магнітного й може бути східним (зі знаком плюс) і західним (зі знаком мінус), тобто

$$\delta = A - A_M$$

Знаючи відмінювання магнітної стрілки в даній точці, можна здійснити перехід від магнітного азимута напрямку до дійсного по формулі

$$A = A_M + \delta$$

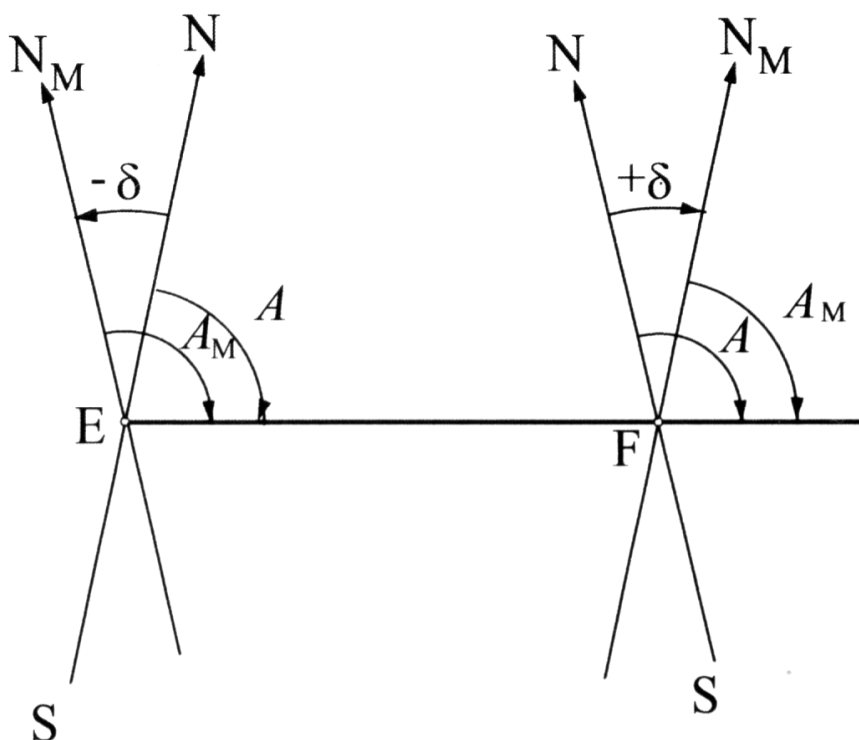


Рис. 1.6 – Магнітне схилення

Дрейф магнітного полюса
 СНД – від $+10.2^\circ$ до -14.5°
 Вікові – 22.5 за 500 років
 Річні – до $\pm 8'$
 Добові – порядку $\pm 15'$

Орієнтування ліній за допомогою магнітних азимутів допускається тільки при складанні планів невеликих ділянок місцевості.

При зображенні земної поверхні в проекції Гауса-Крюгера для орієнтування ліній у межах кожної зони за вихідне ухвалюють осьовий меридіан, тобто вісь Ox .

Дирекційним кутом α називається кут, відлічуваний по ходу годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана, тобто осі Ox , або лінії, їй паралельної, до даного напрямку. Дирекційні кути змінюються від 0° до 360° .

Дирекційний кут α_{AB} напрямку AB називається прямим, а напрямку BA - кут α_{BA} - зворотним. Прямий і зворотний дирекційний кут зв'язані між собою наступним співвідношенням:

$$\alpha_{ze} = \alpha_{np} \pm 180^\circ$$

На відміну від азимутів дирекційний кут лінії в будь-якій її точці зберігає свою величину. Із цієї причини орієнтування ліній у геодезії й маркшейдерській справі здійснюється за допомогою дирекційних кутів.

Дирекційний кут напрямку не може бути обмірюваний безпосередньо на місцевості, однак він може бути обчислений, якщо відомий або обмірюваний дійсний азимут цього напрямку.

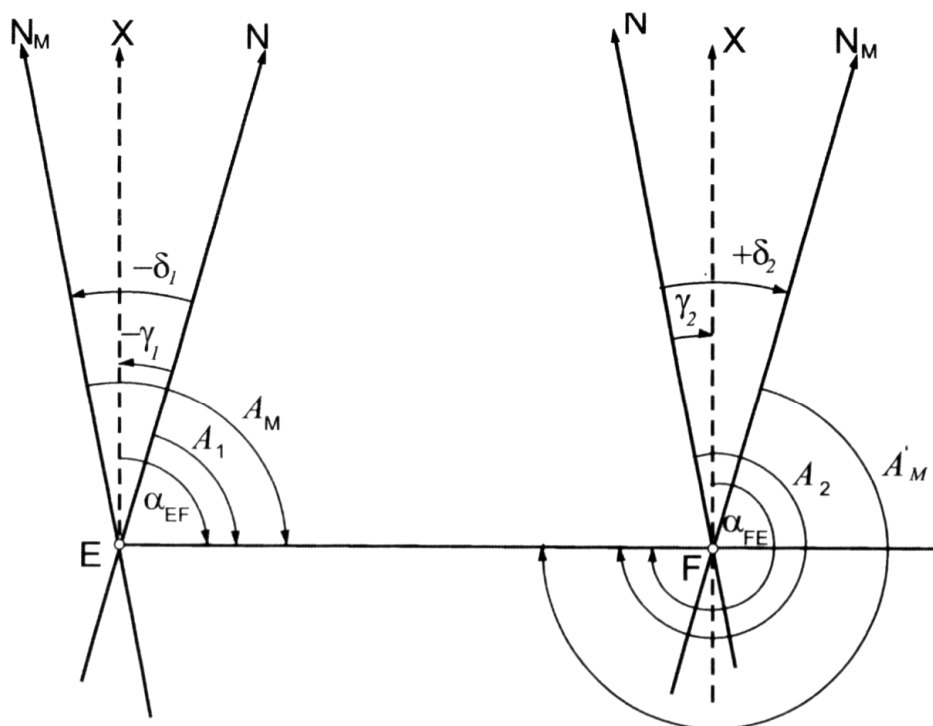


Рис. 1.7 – Дирекційні кути

1.2. Зв'язок дирекційного кута з дійсним азимутом

Кут між північним напрямком дійсного меридіана в даній точці й північним напрямком лінії, паралельної осьовому меридіану зони й минаючої через цю же точку, називається гаусовським зближенням меридіанів у даній точці.

Враховуючи тепер, що від дійсного меридіана відміряється дійсний азимут A , а від лінії, паралельної осьовому меридіану зони – дирекційний кут α , одержимо, співвідношення, що впливає

$$\alpha = A - \gamma, \quad (1.1)$$

тобто дирекційний кут напрямку дорівнює дійсному азимуту мінус зближення меридіанів зі своїм знаком.

Слід звернути увагу на фразу «зі своїм знаком». Дійсно, для точок, розташованих до сходу від осьового меридіана зони, гаусовське зближення меридіанів буде позитивним і в (1.1) зближення меридіанів буде віднімається. Для тих же точок, які розташовані на захід від осьового меридіана зони, гаусовське зближення меридіанів буде негативним, але оскільки в (1.1) перед γ знаходиться мінус, то зближення меридіанів буде додаватися до дійсного азимута

Румбом називається гострий кут, відлічуваний від найближчого (північного або південного) напрямку вихідного меридіана до даного напрямку. Румб змінюється від 0° до 90° й супроводжується найменуванням чверті щодо сторін світла (рис. 1.8).

- I чверть – СВ;
- II чверть – ЮВ;
- III чверть – ЮЗ;
- IV чверть – СЗ;

Наприклад, румб у 57° запишеться як СВ:570.

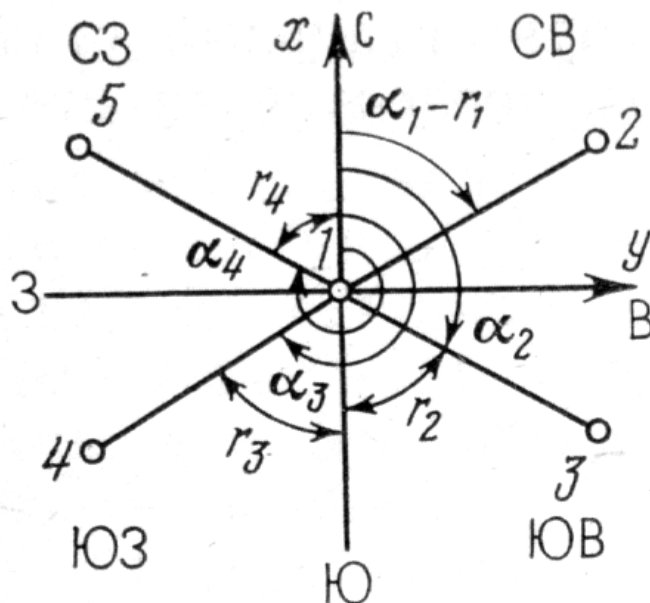


Рис. 1.8 - Румби

У геодезії часто користуються чисельними значеннями румбів (без вказівки чвертей), називані *табличними кутами*.

Співвідношення між дирекційними й табличними кутами по чвертях, установлені згідно рис. 1.8, наведене в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Співвідношення між дирекційними й табличними кутами по чвертях

Чверті і їх найменування	Значення дирекційних кутів	Зв'язок табличних кутів з дирекційними	Знаки збільшень координат	
			Δx	Δy
I - СВ	$0^\circ - 90^\circ$	$r_1 = \alpha_1$	+	+
II - ЮВ	$90^\circ - 180^\circ$	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2$	-	+
III - ЮЗ	$180^\circ - 270^\circ$	$r_3 = 180^\circ + \alpha_3$	-	-
IV - СЗ	$270^\circ - 360^\circ$	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4$	+	-

Табличні кути широко використовуються при обчисленнях, оскільки всі таблиці натуральних значень тригонометричних функцій складені для кутів від 0° до 90° .

Кожному студенту викладач видає фрагмент мапи та індивідуальні дані для вирішення задач.

Задача 1.

Читання ситуації на ділянці земної поверхні по визначеному фрагменту мапи.

Студент доповідає які об'єкти і в якій частині відображені на мапі (селища, дороги, угіддя, річки, урвища, і т.п.). Також характеризує рельєф місцевості (підняття, котловин і т.п.).

Задача 2.

Визначення відстаней, нахилів (уклонів) земної поверхні, напрямків лінії.

Студент на мапі вимірює відстань між центрами населених пунктів по прямій і по дорозі, що з'єднує їх. Для цього на мапі вимірюють відстань в мм і по масштабу визначають її фактичну величину в м. Наприклад відстань між Шурінгою і Іванівкою на мапі рис. 1.1. дорівнює 154 мм по прямій на мапі і $154 \times 25 = 3850$ м на земній поверхні; по дорозі 187 мм на мапі і $187 \times 25 = 4675$ м на земній поверхні.

Визначення нахилів місцевості і напрямку ліній виконується між точками, що задані викладачем індивідуально кожному студенту. Нехай лінія задана точками А, В (рис. 1.1.). Студент визначає:

а) горизонтальну відстань між точками $l_{0\text{AB}} = 38,5 \times 25 = 962$ м;

б) по горизонталям визначають відмітки $Z_A = 205$ м, $Z_B = 180$ м. перевищення $\Delta Z_{\text{AB}} = 25$ м;

в) середній нахил лінії $\text{tg}\delta_{\text{AB}} = 25/962 = 0,026$. $\delta_{\text{ср}} = \text{arctg } \delta = \text{arctg } 0,026 = 1^{\circ}30'$.

г) напрямок лінії в геодезії і маркшейдерській справі визначають дирекційним кутом, під яким розуміють кут що відліковують за годинниковою стрілкою від осьового меридіану зони до вказаного напрямку. На плані цей кут вимірюють між північним напрямком координатної сітки та заданим напрямком. Кут вимірюють транспортиром. На рис. 1.1 $\alpha_{\text{AB}} = 41^{\circ}$.

Задача 3.

Нанесення точок згідно заданих координат і визначення координат по плану. На ділянці земної поверхні пробурено розвідувальну свердловину, координати гирла якої визначені геодезичними вимірами.

Нехай $X_C = 20150,65$ м $Y_C = 15245,30$ м. Необхідно нанести гирло свердловини на фрагмент мапи (рис. 1.1).

Співставляють координати X_C , Y_C з оцифрованою сіткою мапи і визначають квадрат, в якому розташовано гирло. В нашому випадку гирло розташовано праворуч від лінії ординат з оцифрованою 15000 і вище лінії абсцис з оцифрованою 20000. Розраховують різницю між заданими X_C , Y_C і лініями сітки координат на плані.

$$\Delta X = 20150,65 - 20000 = 150,65 \text{ м}$$

$$\Delta Y = 15845,30 - 15000 = 845,30 \text{ м}$$

На мапі (плані) ΔX , ΔY мають відобразитися відрізками, довжина яких визначається масштабом.

$$l_x = 150,65/25 = 6,0 \text{ мм}$$

$$l_y = 845,30/25 = 33,8 \text{ мм.}$$

На перехресті ліній, які проведені паралельно координатній сітці на відстанях l_x , l_y креслять гирло свердловини.

В заданій на плані точці R розташоване джерело (точку визначає викладач). Для відображення джерела на планах, що пов'язані з благоустроєм та використанням необхідно на мапі визначити координати X_R , Y_R джерела.

На рис. 1.1 джерело позначено буквою R. З його центру проводимо нормалі до координатної сітки і вимірюємо $\Delta l_{\text{XR}} = 25,2$ мм, $\Delta l_{\text{YR}} = 21,8$ мм.

$$\text{З врахуванням масштабу } \Delta l_{\text{XR}} = 25,2 \times 25 = 630,0 \text{ м,}$$

$$\Delta l_{\text{YR}} = 21,8 \times 25 = 545,0 \text{ м.}$$

Тоді координати джерела дорівнюють

$$X_R = 20000 + 630,0 = 20630,0 \text{ м}$$

$$Y_R = 17000 + 545,0 = 17545,0 \text{ м.}$$

Задача 4.

Побудова профілю земної поверхні на лінії СД.

Лінію СД на мапі або плані визначає викладач індивідуально для кожного студента.

На стандартному аркуші паперу або міліметровці проводимо горизонтальну лінію і наносимо точки перетину лінії з горизонталями земної поверхні (рис. 1.9) у масштабі мапи (1:25000), проставляючи номери точок і висотні відмітки.

Аналізуємо відмітки і вибираємо з врахуванням наочності вертикальний масштаб. В нашому випадку відмітки коливаються від 160,0 до 200,0, отже зручним є вертикальний масштаб 1:1000.

Згідно вибраного вертикального масштабу будуємо над лінією СД сітку висот (через 10 мм) та оцифруємо її.

З точок на лінії СД проводимо нормалі і з використанням сітки висот наносимо точки поверхні. Далі з'єднують ці точки плавною кривою і викреслюють профіль.

Викладач може задавати побудову профілю по ломаній лінії (наприклад уздовж осі дороги). Побудова такого профілю аналогічна викладеному.

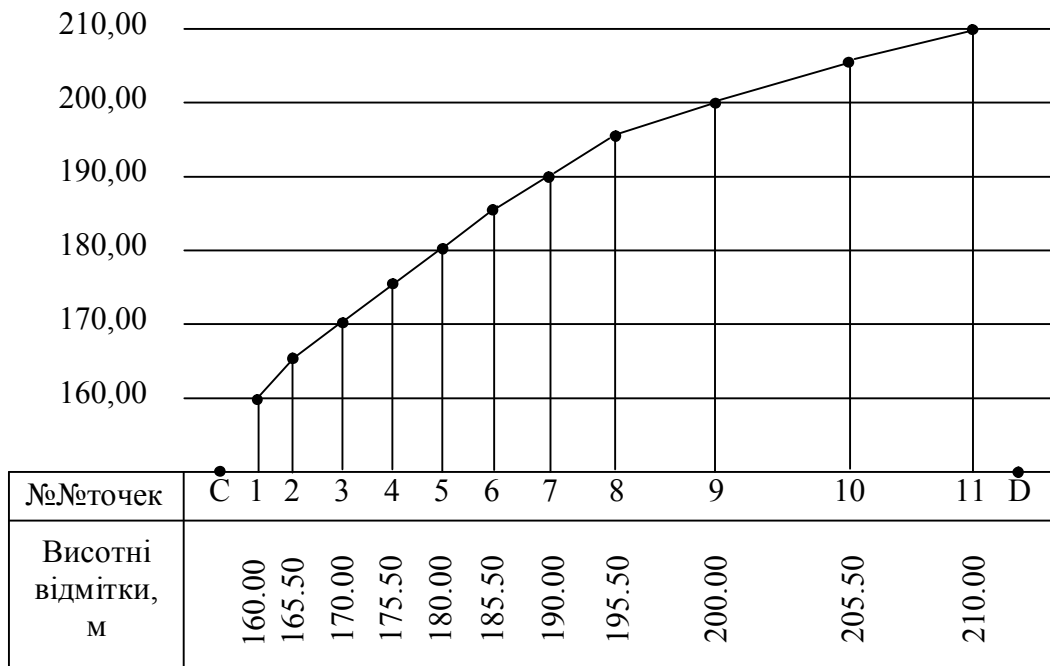


Рис. 1.9 - Профіль земної поверхні по лінії СД
Масштаби: гор. 1:25000
верт. 1:1000

Задача 5.

В точці Е планують пробурити розвідувальну свердловину. Необхідно спроектувати тимчасову ґрунтову дорогу до свердловини і визначити довжину та максимальні нахили на цій дорозі (рис. 1.1).

Точка Е та початкова точка М дороги визначається викладачем індивідуально для кожного студента.

Аналізуємо на мапі рельєф і вибираємо оптимальну трасу М-1-2-3-4-М (рис. 1.1). Довжина дороги дорівнює $L_d = 67 \text{ мм} \times 25 = 1675 \text{ м}$. Найбільший нахил дорога має на ділянці 3-4. Відмітка $Z_3 = 177,00$, $Z_4 = 160,00$. Перевищення $\Delta Z_{3,4} = 17 \text{ м}$. Довжина $L_{3,4} = 12 \text{ мм} \times 25 = 300 \text{ м}$. Нахил $\text{tg} \delta = 17/300 = 0,057$, $\delta = \arctg \delta = \arctg 0,057 = 3^{\circ}20'$.

Звіт по роботі.

Звіт складається з пояснювальної записки і графічної частини. В пояснювальній записці студент викладає по кожній задачі завдання, методику вирішення задачі з відповідними формулами, поясненнями та рисунками і отримані результати.

Графічна частина складається з фрагменту мапи (плану), з нанесеними студентом точками, лініями, позначеннями, профіль земної поверхні по лінії С-Д, додатково можна наносити рисунки, що пояснюють методику вирішення задач.

ЗНАЙОМСТВО З МАРКШЕЙДЕРСЬКОЮ ГРАФІЧНОЮ ДОКУМЕНТАЦІЄЮ

Мета роботи: ознайомити студентів з основною маркшейдерською графічною документацією і навчити вирішувати виробничі гірничо-геометричні задачі.

2.1. Основні положення

Кожне гірниче підприємство зобов'язано мати в своєму розпорядженні комплект маркшейдерських графічних документів, без яких неможливо безпечно і раціонально вести гірничі роботи.

Об'єктами зображення, на кресленнях є гірничі і розвідувальні виробки, форма, умови залягання і якість корисної копалини, а також рельєф і ситуація земної поверхні території економічної зацікавленості гірничого підприємства.

Графічна документація використовується для рішення багатьох виробничих задач, а саме:

- підрахунку запасів, обліку видобутку, визначення втрат корисної копалини та її разубожування;
- планування розвідувальних і гірничих робіт;
- розв'язання питань, пов'язаних з підробкою природних і штучних об'єктів земної поверхні, вищележачих товщ гірничих порід і тіл корисних копалин;
- наскільки правильно і безпечно ведуться гірничі роботи, для контролю за наближенням гірничих робіт до небезпечних зон (старими затопленими і загазованими виробками, осередків підземних пожеж і інші.) і своєчасного вживання профілактичних заходів і інші.

Перелік і зміст маркшейдерських графічних документів шахти, що складаються і систематично поповнюються маркшейдером, визначаються геологічною будовою і способом розробки даного родовища. У зв'язку з останнім, маркшейдерські плани вугільних і рудних шахт значно різняться між собою, крім того, графічна документація вугільних шахт, розробляючих полого падаючі і крутопадаючі пласти, також різна.

Маркшейдерська графічна документація повинна :

- наочно показувати об'єкти (гірничі виробки і корисні копалини), що зображаються і містити всі необхідні дані про них;
- володіти метричними властивостями, тобто складатися в певному масштабі і дозволяти вирішувати різні гірничо-геометричні задачі;
- відповідати вимогам динамічності, тобто відображати розвиток гірничих робіт і виявлені геологорозвідувальні дані у часі, систематично поповнюватися;
- складатися відповідно до діючих умовних позначок для гірничої графічної документації (табл. 2.1);
- складатися в єдиній системі координат (креслення земної поверхні і підземних гірничих виробок).


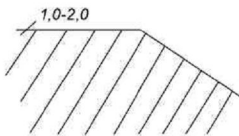



Масштаби планів, проєкцій і розрізів визначаються вимогами гірничоексплуатаційних і маркшейдерських задач, які повинні вирішуватися по даних графічних матеріалів. У маркшейдерській практиці прийняті масштаби 1:200, 1:500; 1:1000, 1:2000, 1:5000.

Для спеціальних планів і розрізів застосовуються більш великі і більш дрібні масштаби.

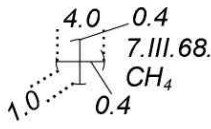

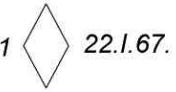



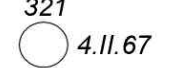
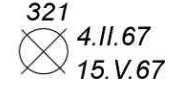
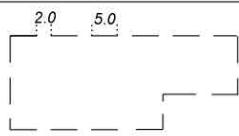

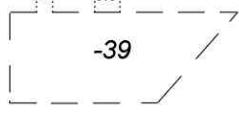
Графічна документація сучасної вугільної шахти розподіляється на дві групи:

- 1) документація поверхні;

Таблиця 2.1 - Умовні позначки для гірничої графічної документації

№ п/п	Найменування	Умовні позначки	Колір
1	Гирло та січення вертикального стовбуру а) кругле б) прямокутне:	<p>Стов. 1 кл.  0,5</p> <p>Стов. 8 вент.  0,2</p> <p>124,7 -173,5 -190,0 146,7 -132,6 -322,1</p>	кріплення - зелений відмітка гирла - чорний відмітка точки зустрічі з пластом - синій
2	Гірничі виробки: а) горизонтальна б) похила в) квершлаг г) штрек бутовий	<p>Штрек</p> <p>Схил 0,2</p> <p>12 2,0</p> <p>Квершлаг 31</p> <p>XI XI 58 1,0 7,69</p> <p>3,0 9,0</p>	кріплення - зелений
3	Межа виробленого простору		Колір канату по контуру очисної виробки за останньою цифрою року: 0 або 5 - світло-фіолетовий 1 або 6 - сітло-червоний 2 або 7 - світло-зелений 3 або 8 - оранжевий 4 або 9 - світло-синій
4	Цілик		Лимонний
5	Пункти в підземних виробках а) зйомної мережі 1 розряду б) зйомної мережі 2 розряду	<p>315  1,5</p> <p>412  1,0</p>	Синій
6	Гирло свердловини: а) зустрівшої корисну копалину б) не зустрівшої корисну копалину	<p>45-65  1,0 147.4 111.3 109.7</p> <p>41-63  1,0 141.5 106.9</p>	Відмітка гирла-чорний відмітка точки зустрічі свердловини з корисною копалиною-синій міцність пласту-чорний відмітка підосви свердловини - синій відмітка гирла - чорний відмітка підосви свердловини - синій
7	Межі а) технічна б) охоронних та бар'єрних ціликів	<p>9,0 1,0 0,6</p> <p>Охор. Ціл. 0,4</p>	Чорний контур цілика - червоний, підпис - чорний

Продовження табл. 2.1

№ п/п	Найменування	Умовні позначки	Колір
8	Місце: а) раптового викиду газу та вугілля		Хрест - червоний Окружність и підпис - чорний
	б) раптового викиду газу та породи	5 	Те ж саме
	в) гірничого удару	1 	Контур і підпис - чорний Зафарбовка - червоний
9	Місце вибуху: а) газу	3 	Зафарбовка - червоний Окружність і підпис - чорний
	б) пилу	3 	
	в) газу и пилу	6 	Чорний Зафарбовка через сегмент - чорний і червоний
10	Очаг пожежу: а) діючого	321 	Окружність - червоний Дата - чорний
	б) ліквидованого	321 	Окружність - червоний Хрест і підпис - чорний
11	Межі: а) зони з підвищеним гірничим тиском		Червоний
	б) затопленої ділянки	127 	Контур - темно-синій Лідмітка рівня води - чорний
	в) ділянки з наміченим скопленням води	-39 	Те ж саме

2) документація підземних гірничих виробок.

До документації поверхні відносяться плани:

1) земної поверхні в межах гірничого відводу шахти;

2) гірничого і земельного відводу шахти;

3) промислового майданчика і інші маркшейдерські креслення, що відображають рельєф і ситуацію земної поверхні, забезпеченість гірничого підприємства пунктами маркшейдерської опорної і знімальної мережі.

Серед підземних графічних документів вугільної шахти потрібно відмітити основний маркшейдерський план гірничих виробок, який складається за результатами маркшейдерської зйомки і служить основою для складання інших маркшейдерських графічних документів.

Основний маркшейдерський план гірничих виробок є найважливішим технічним і юридичним документом гірничого підприємства.

На вугільних шахтах в залежності від умов залягання пластів прийняті два вигляди основних маркшейдерських планів гірничих виробок.

При пологому і похилому заляганні пластів основні плани складаються на горизонтальну площину окремо по кожному пласту. На такому плані зображуються всі гірничі виробки, ті, що проводяться по даному пласту,- капітальні, підготовчі, нарізні і очисні.

При крутому падінні пластів складаються основні погоризонтні плани, на яких в проекції на горизонтальну площину показуються гірничі виробки всіх пластів по даному горизонту. У цьому випадку на основних погоризонтних планах очисні роботи не показуються, а в доповнення до них складаються проекції гірничих виробок на вертикальну площину для кожного пласта окремо, на яких зображуються всі підготовчі і очисні виробки по даному пласту.

Основні маркшейдерські плани вугільних шахт складаються в масштабах 1:2000 або 1:5000 в планшетній системі.

На основні маркшейдерські плани вугільної шахти наносяться:

1. Технічні межі поля шахти і кордони безпечного ведення гірничих робіт.

2. Всі капітальні, підготовчі, нарізні, очисні виробки по даному пласту, шахтні стволи, приствольні виробки, квершлагги, штреки і інші. На зображенні виробок вказуються дати їх посування по місяцях і роках.

3. Кути нахилу по похилих, підготовчих і очисних виробках у всіх характерних точках, але не рідше ніж через 15-20 м.

4. Виробки сусідніх гірничих підприємств в межах 100 м смуги від технічного кордону поля, що розробляється.

5. Теодолітні ходи першого і другого розрядів з всіма постійними і тимчасовими пунктами, репери з їх номерами і відмітками.

6. Дані, що характеризують форму і умови залягання корисної копалини (кути падіння і потужності пласта, межі непромислових дільниць та інше.).

7. Лінії тектонічних порушень з вказівкою дирекційного кута і кута падіння лінії площини змішувача.

8. Межі ціликів, що залишаються в очисних та інших виробках

9. Об'єкти (споруди, що охороняються, водоймища та інші) і межі відповідних ним запобіжних ціликів та інше).

Основні маркшейдерські плани повинні поповнюватися не рідше одного разу за місяць.

Крім основного маркшейдерського плану, до складу підземних графічних документів входять:

— проекції гірничих виробок на вертикальну площину (при крутому падінні пластів);

- гіпсометричні плани;
- подовжні профілі рейкових шляхів в відкотних гірничих виробках;
- плани приствольних гірничих виробок;
- плани очисних виробок;
- вертикальні розрізи вхрест простягання;
- сумщений план гірничих виробок;
- схема розкриття та інші маркшейдерські графічні документи.

2.2. Рішення гірничо-геометричних задач

Рішення задач проводиться по копіям з планів гірничих робіт, приведених на рис 2.1-2.5.

Задача 1

Користуючись копією з плану гірничих робіт пласту l_3 (рис. 2.1-2.5), визначити наступні дані по 6-й лаві за i -й місяць 2010 року: середню довжину очисного забою l_n , посування лави за місяць d_{cp} , видобуток вугілля з лави за місяць Q .

При рішенні задачі необхідно врахувати наступне:

- план гірничих виробок складений в проекції на горизонтальну площину, тому похилі виробки зображуються з перекрученням, розмір якого пропорційна косинусу кута нахилу;
- гірничі виробки нанесені у вказаному на плані чисельному масштабі, знаменник якого показує кратність зменшення горизонтальних відстаней при перенесенні їх з натури на план.

Хід рішення задачі:

По копії з плану гірничих робіт вимірюють довжину проекції лінії забою l_1 та l_2 відповідно на початок і кінець місяця (рис. 2.6). Обчислюють середню довжину лави l_0 в проекції на горизонтальну площину:

$$l_0 = \frac{l_1 + l_2}{2}.$$

Наприклад, довжина проекції лінії забою: $l_1 = 34$ мм і $l_2 = 34$ мм

З урахуванням масштабу копії плану (масштаб плану гірничих виробок 1:5000): $l_1 = 170$ м і $l_2 = 170$ м.

$$l_0 = \frac{170 + 170}{2} = 170 \text{ м.}$$

2. Поблизу дільниці, що розглядається, читаємо по копії кут падіння і по середньому значенню їх в даному місяці обчислюють довжину забою в площині пласта.

Кут падіння $\delta = 22^\circ$.

$$l_n = \frac{l_0}{\cos \delta}; \quad l_n = \frac{170}{\cos 22^\circ} = 183 \text{ м.}$$

3. У характерних 2 – 3 точках вимірюють посування лави d по нормалі до лінії забою і обчислюють середнє значення його за місяць

$$d_{cp} = \frac{\sum d_i}{n}$$

де n – кількість точок виміру.

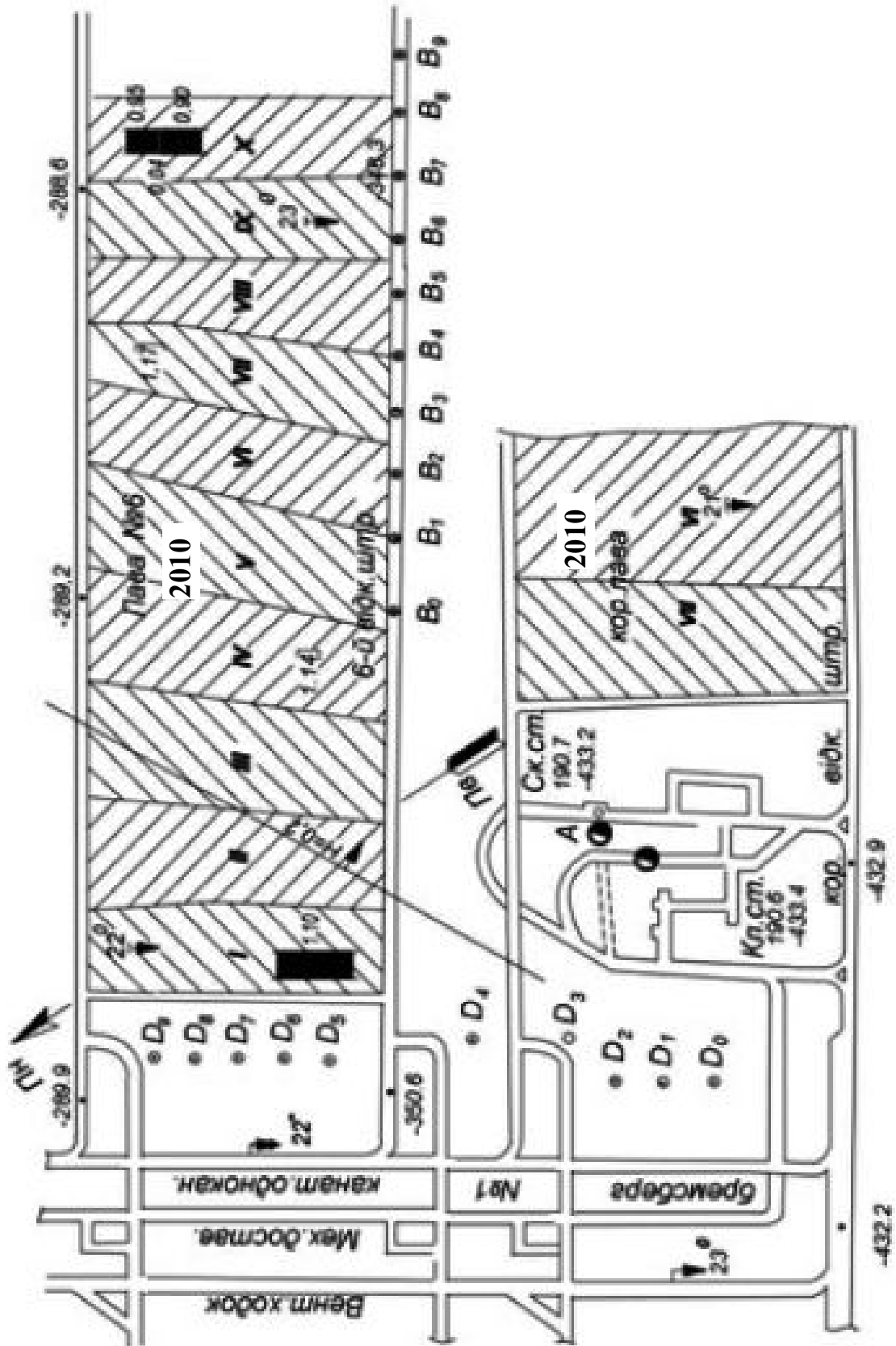


Рис. 2.1 - Копія з плану гірничих виробок пласту I₁
М 1:5000 (для варіантів 00-09)

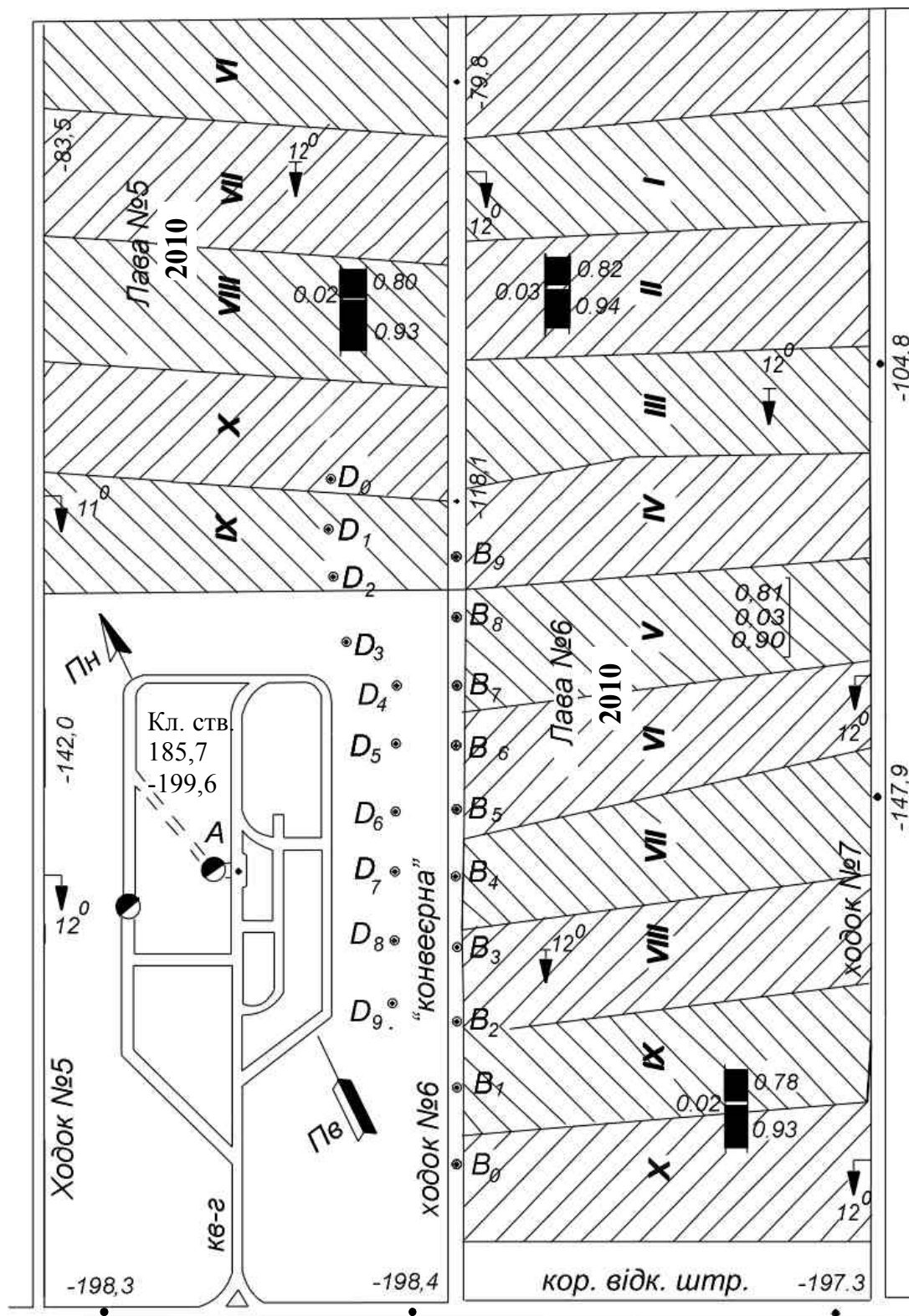


Рис. 2.2 - Копія з плану гірничих виробок пласту I₃
М 1:5000 (для варіантів 10-19)

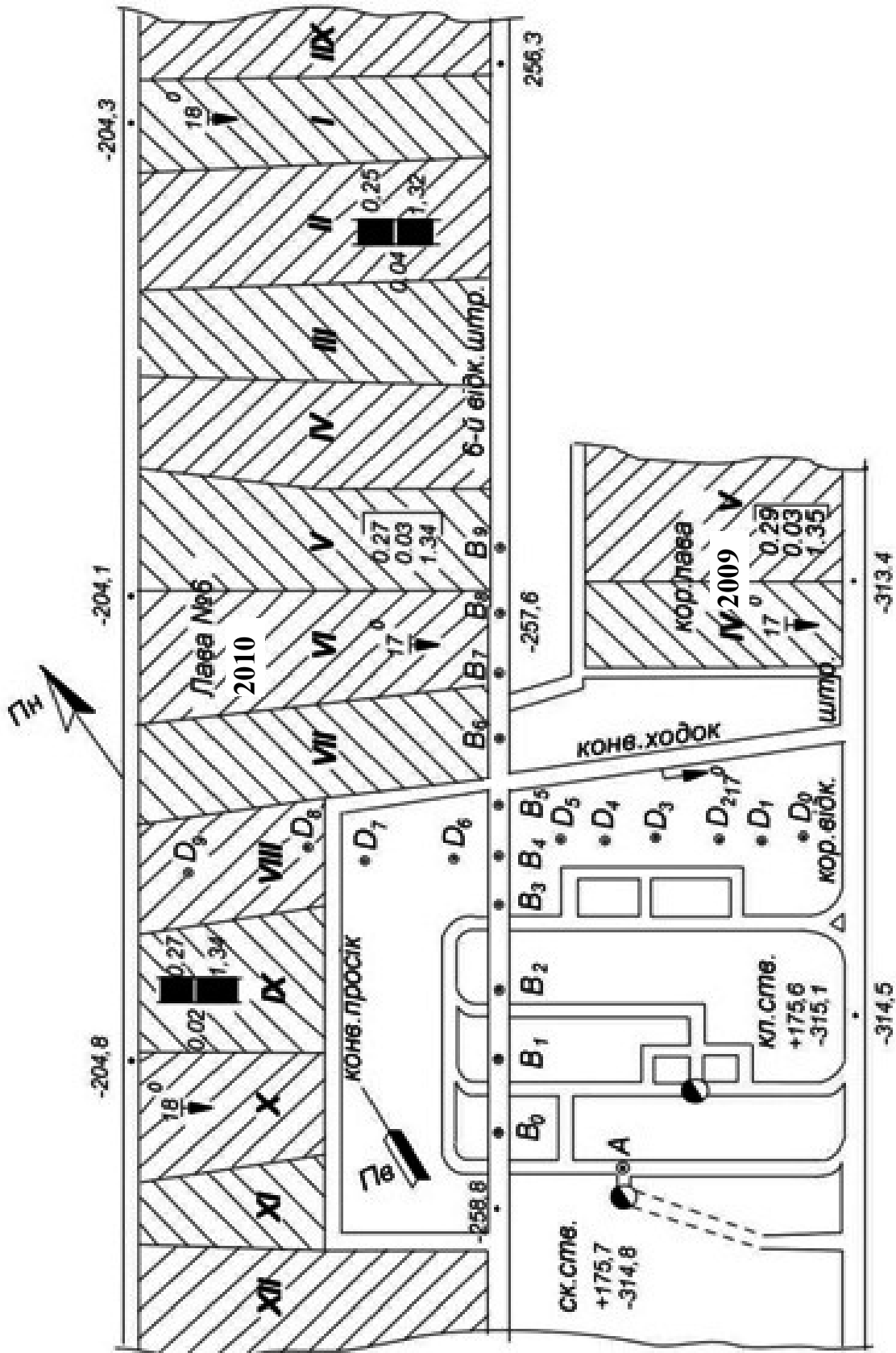


Рис. 2.3 - Копія з плану гірничих виробок пласту I₁
 М 1:5000 (для варіантів 20-29)

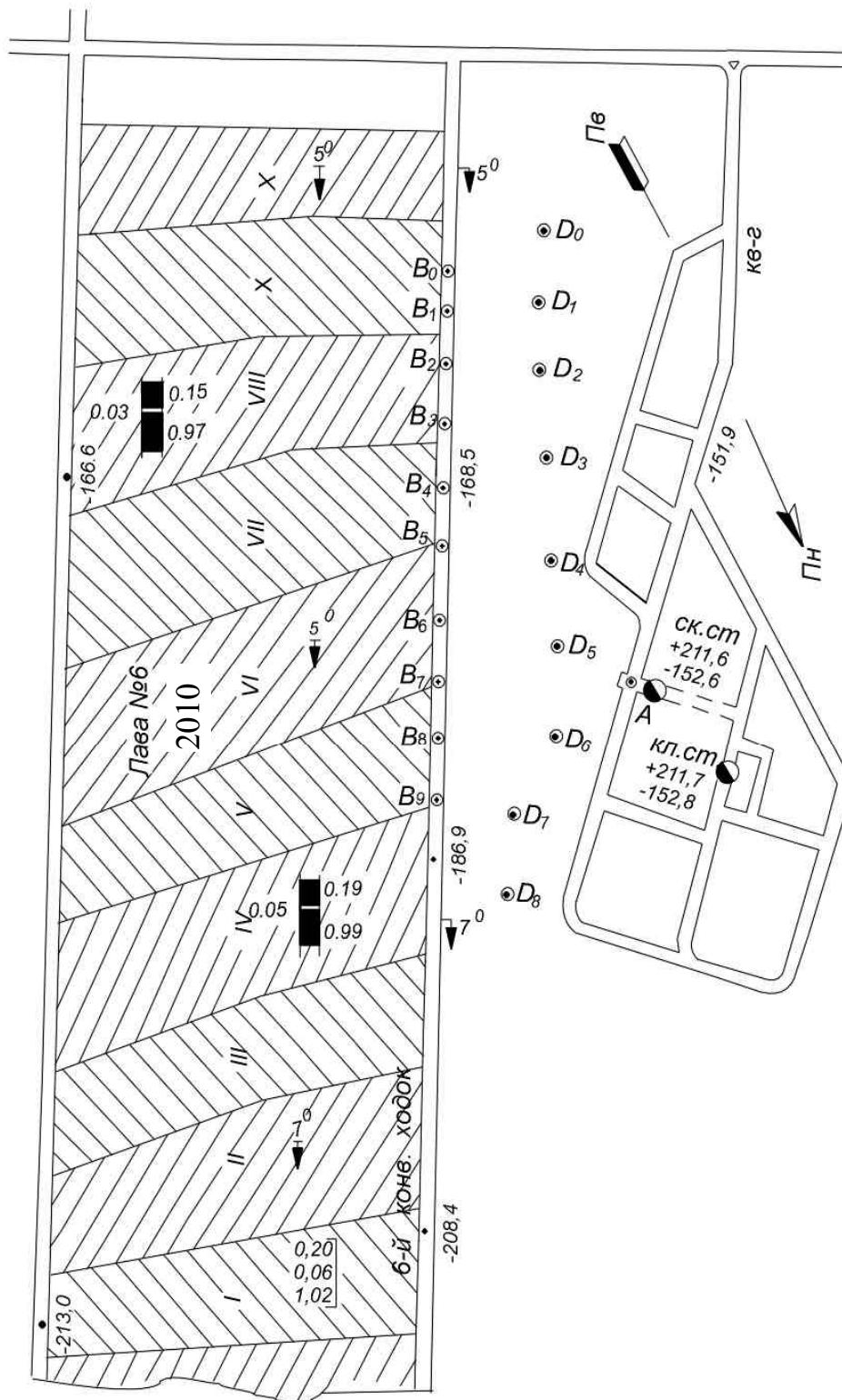


Рис. 2.4 - Копія з плану гірничих виробок пласту І₁
М 1:5000 (для варіантів 30-39)

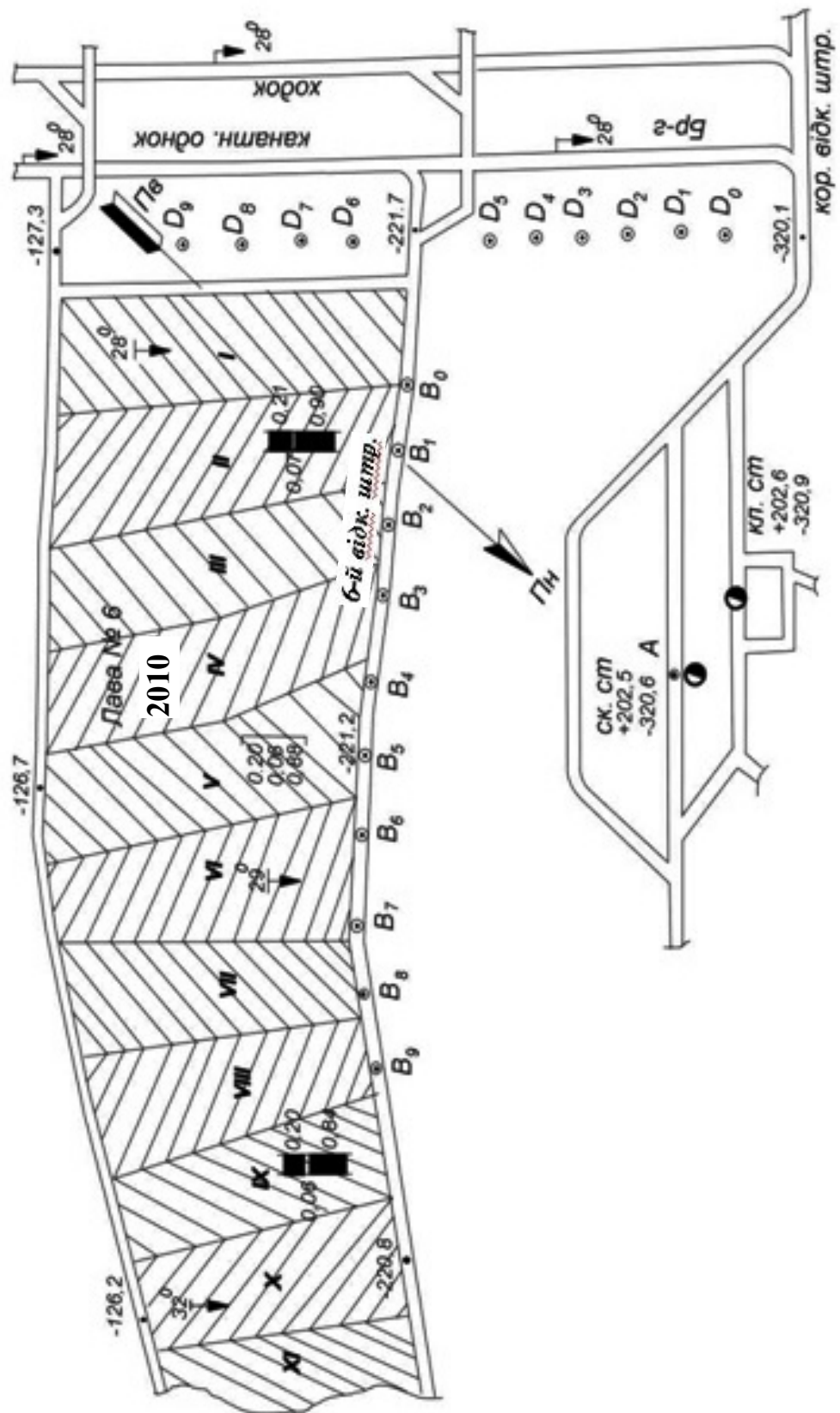


Рис. 2.5 - Копія з плану гірничих виробок пласту I₁
 М 1:5000 (для варіантів 40-49)

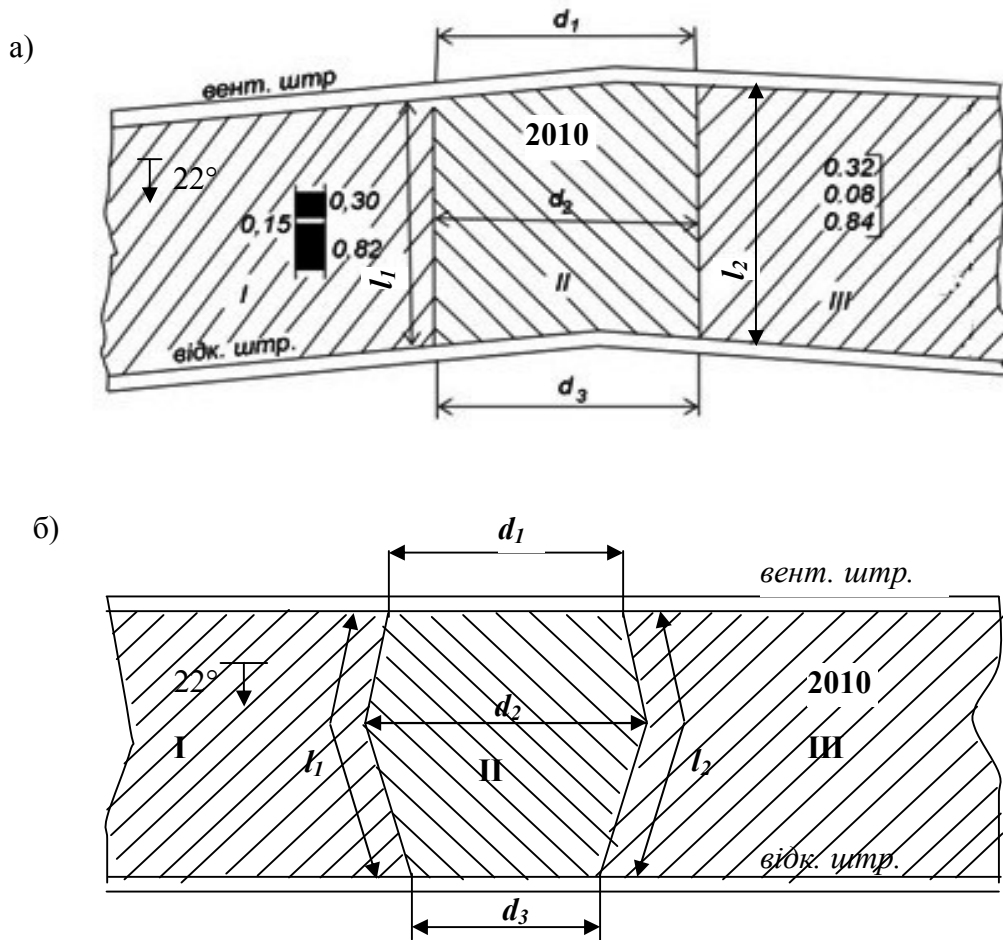


Рис. 2.6 – Методичні вказівки до рішення задачі №1 по копіям з планів гірничих виробок

Наприклад, посування лави $d_1 = 13$ мм, $d_2 = 12$ мм, $d_3 = 11$ мм.
 З урахуванням масштабу копії плану $d_1 = 65$ м, $d_2 = 60$ м, $d_3 = 55$ м.

$$d_{cp} = \frac{65 + 60 + 55}{3} = 60 \text{ м.}$$

4. Поблизу дільниці, що розглядається, читають потужності пласта, що виймаються за місяць, m і по середньому значенню їх в даному місяці, підраховують видобуток вугілля з лави

$$Q = l_n \cdot d \cdot m \cdot \gamma,$$

де γ – щільність вугілля в ціликах (для усіх варіантів $\gamma = 1,35 \text{ т/м}^3$).

Геологічна потужність $m = \sum m_{\text{вуг.пач.}} + \sum m_{\text{пор.пач.}}$, М.

Наприклад,

$$0,04 \begin{array}{|c|} \hline 0,95 \\ \hline 0,90 \\ \hline \end{array} \quad m = 0,95 + 0,04 + 0,90 = 1,89 \text{ м}$$

Видобуток вугілля для нашого прикладу дорівнює,

$$Q = 183 \cdot 60 \cdot 1,14 \cdot 1,35 = 16898 \text{ т.}$$

Задача 2.

Для умов, розглянутих в першій задачі, визначити відстань доставки вугілля від вантажного пункту лави до центрального опрокида у скипового ствола.

Рішення задачі виконується в наступній послідовності:

1. По копії визначають шлях транспортування вугілля від середнього положення вантажного пункту лави в місяці, що розглядається, до опрокиду в точці A .

2. Вимірюють лінійкою відстань транспортування вугілля по кожній виробці і визначають загальну відстань транспортування з урахуванням масштабу копії з плану гірничих виробок та куту нахилу виробок.

Вимірювання потрібно проводити послідовно по напрямі транспортування вугілля, при цьому кінець доставки по попередній виробці приймається за початок доставки вугілля по наступній виробці.

Результати вимірювань і обчислень по визначенню протяжності транспортування вугілля рекомендується внести в таблицю 2.2, в якій наведено приклад її заповнення.

Таблиця 2.2 – Відстань транспортування вугілля від лави до центрального опрокиду в точці A

Номер	Виробки, по яким транспортують вугілля	Відстань транспортування l , м
1	6-й відкатний штрек	220
2	Бремсберг № 1 "канат. однокан."	$260/\cos 22^\circ = 280$
3	Корінний відкатний штрек	190
4	Виробки окоlostвольного двору	140
Всього, загальна відстань транспортування вугілля, м		830

Задача 3

Для поліпшення транспорту вугілля намічається пройти ходок від центрального опрокида біля скипового ствола від пункту A до пункту B_i на транспортній виробці лави № 6 (рис. 2.1-2.5).

Необхідно визначити довжину, кут нахилу і дирекційний кут ходка, що проектується.

Вказівки до рішення задачі.

Довжина і кут нахилу ходка можуть бути визначені графічно або аналітично.

Графічний спосіб. У першому випадку визначають висотні відмітки точок A і B_i по найближчих написах у відповідних виробок, будують вертикальний розріз по лінії AB_i і вимірюють похилу довжину ln і кут падіння ходка δ .

Дирекційний кут ходка α визначається графічно. У точці A проводять лінію, паралельною північному напрямку координатної сітки транспортиром, вимірюють кут α по ходу годинникової стрілки від північного напрямку до осі ходка (дирекційний кут може мати значення від 0° до 360°).

Дирекційний кут ходка $\alpha = 91^\circ$.

Наприклад, висотні відмітки точок A і B_i складають:

$$Z_A = -433,2 \text{ м}$$

$$Z_{B_i} = -349,0 \text{ м}$$

Довжина проекції ходка на горизонтальну площину, що вимірюється по копії :
 $l_0 = 45 \text{ мм}$, згідно з масштабом 1:5000 $l_0 = 225 \text{ м}$.

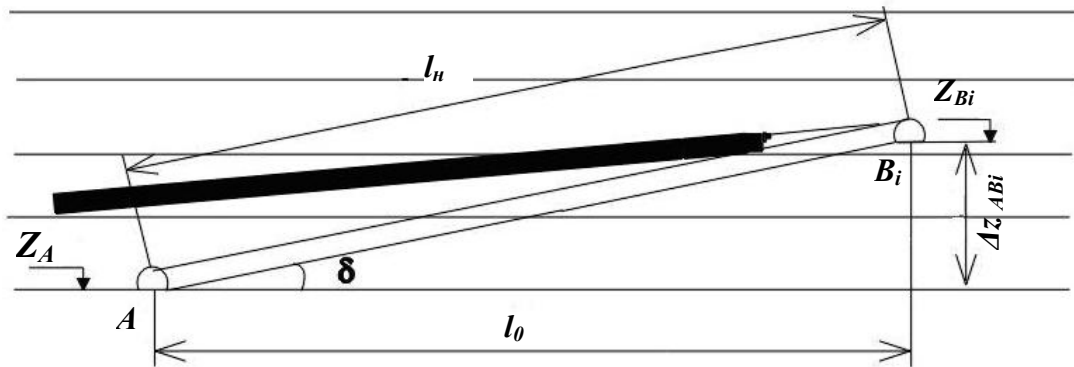


Рис. 2.7 – Графічне рішення задачі №3

Аналітичний спосіб:

Висотні відмітки точок A і B_i :

$$Z_A = -433,2 \text{ м}$$

$$Z_{B_i} = -349,0 \text{ м}$$

Довжина проекції ходка на горизонтальну площину, що вимірюється по копії :
 $l_0 = 45 \text{ мм}$, згідно з масштабом 1:5000 $l_0 = 225 \text{ м}$.

Цікаві параметри обчислюють по формулах:

Перевищення між точками: $\Delta z = Z_B - Z_A$

$$\text{Кут падіння пласту: } \operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta z}{l_0}$$

$$\text{Довжина ходка: } l_n = \frac{l_0}{\cos \delta}$$

де Δz_{AB_i} – перевищення між кінцем і початком ходка;

Z_A, Z_{B_i} – висотні відмітки пунктів, що визначаються по копії;

l_0 – довжина проекції ходка на горизонтальну площину, що вимірюється по копії.

$Z_B = -349,0 \text{ м}$ – визначається методом лінійного інтерполювання між точками висотні відмітки яких відомі. Наприклад між точками з відмітками $-350,6 \text{ м}$ і $-348,3 \text{ м}$.

Таким чином, перевищення між точками: $\Delta z = Z_B - Z_A = -349,0 - (-433,2) = 84,2 \text{ м}$

Кут падіння пласту:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta z}{l_0} = \frac{84,2}{225} = 0,374$$

$$\delta = 20^{\circ}30'$$

$$\text{Довжина ходка: } l_n = \frac{l_0}{\cos \delta} = \frac{225}{\cos 20^{\circ}30'} = 240 \text{ м}$$

Задача 4.

У точці D_i шахтного поля намічається буріння технічної свердловини великого діаметра.

Необхідно, користуючись копією з плану гірничих виробок, визначити висотну відмітку Z_{D_i} і глибину точки H_{D_i} перетину свердловини з вугільним пластом або виробленим простором.

При рішенні задачі висотну відмітку земної поверхні в точці D_i прийняти рівній відмітці устя скипового ствола H_A .

Вказівки до рішення задачі.

При графічному рішенні задачі висотна відмітка точки D_2 перетину свердловини з пластом Z_D визначається на розрізі вхрест простягання по лінії, що проходить через точки D_i , E і F . Точки E і F розташовуються в гірничих виробках в місцях, відмітки яких відомі або легко визначаються. Якщо розріз добудувати до земної поверхні, то можна виміряти і глибину точки перетину (рис. 2.8).

Наприклад, висотна відмітка $Z_E = -432,2$ м.

Висотна відмітка $Z_F = -350,2$ м. Ця відмітка визначається методом лінійного інтерполювання між точками висотні відмітки яких відомі. У варіанті точки з відмітками $-350,6$ м та $-348,3$ м (см. пояснення до задачі №3).

Висотна відмітка земної поверхні в точці D_i : $Z_{II} = 190,7$ м.

Виміряні за планом горизонтальні відстані між точками:

$$l_{EF} = 30 \text{ мм};$$

$$l_{ED_i} = 60 \text{ мм}.$$

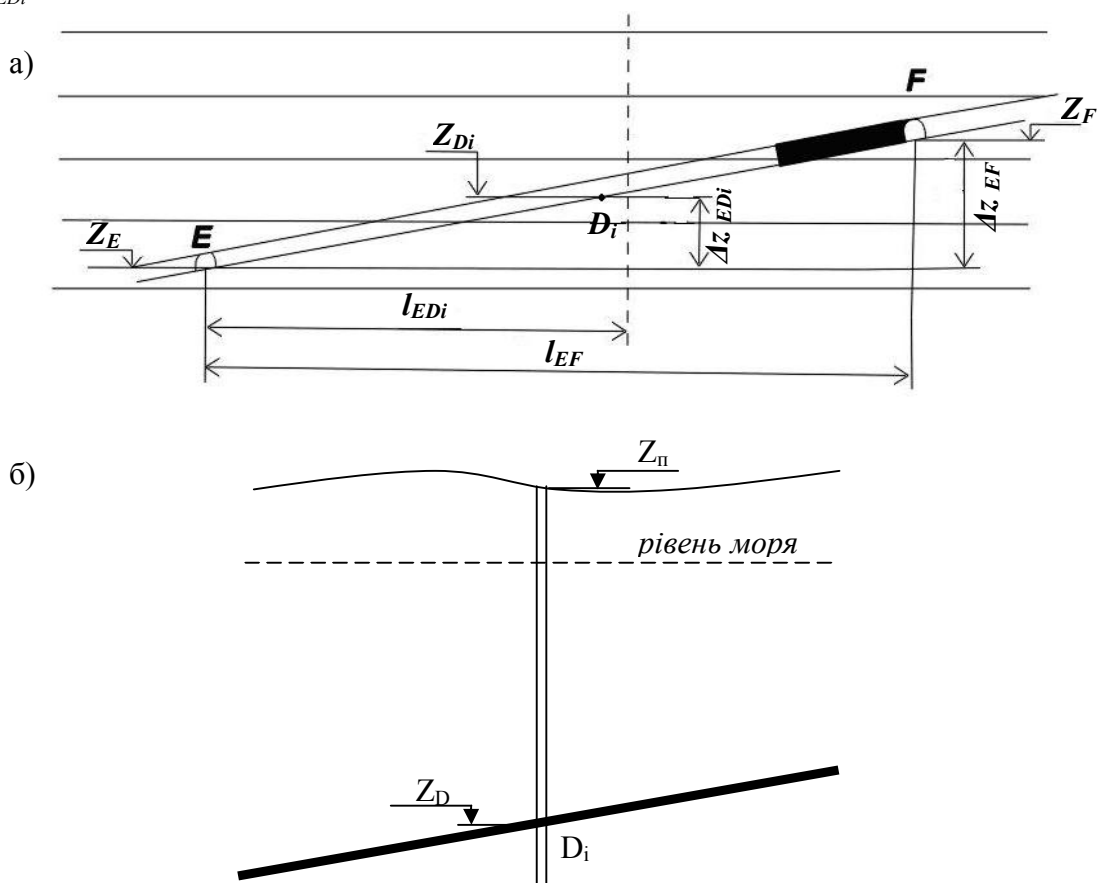


Рис. 2.8 - Графічне рішення задачі №4

При аналітичному рішенні задачі висотна відмітка пласта в точці D_2 визначається методом інтерполювання відміток між точками E і F . Для цього складають пропорцію.

$$l_{EF} \rightarrow \Delta z_{EF}$$

$$l_{ED_i} \rightarrow \Delta z_{ED_i}$$

звідки

$$\Delta z_{EDi} = \frac{l_{EDi}}{l_{EF}} \cdot \Delta z_{EF}$$

де Δz – перевищення між відповідними точками, м;

l – виміряна за планом горизонтальна відстань між тими ж точками, м.

Висотна відмітка Z_{Di} і глибина H_{Di} точки перетину свердловини з пластом

$$Z_{Di} = Z_E + \Delta z_{EDi};$$

$$H_{Di} = Z_{II} - Z_{Di}$$

де Z_{II} – висотна відмітка земної поверхні в точці D_i , м.

Для нашого приклада:

$$\Delta z_{EDi} = \frac{30}{60} \cdot (-350,2 - (-432,2)) = 41,0 \text{ м}$$

$$Z_{Di} = -432,2 + 41,0 = -391,2 \text{ м};$$

$$H_{Di} = 190,7 - (-391,2) = 581,9 \text{ м}.$$

Задача 5.

Для перевірки профілю рейкового шляху по відкатній виробці було зроблено геометричне нівелювання. Внаслідок нівелювання отримані відмітки головок рейок на пікетах (табл. 2.3). Відстань між пікетами дорівнює 20 м.

Таблиця 2.3 – Висотні відмітки рейкового шляху на пікетах

Друга цифра номера варіанта	Значення висотних відміток пікетів Н, м					
	ПК0	ПК1	ПК2	ПК3	ПК4	ПК5
0	60,270	60,394	60,512	60,589	60,410	60,511
1	61,117	61,324	61,390	61,564	61,320	61,515
2	62,795	62,780	62,422	62,284	62,004	62,315
3	63,814	63,720	63,711	63,924	64,108	64,125
4	64,240	64,352	64,530	64,626	64,280	64,340
5	65,912	65,981	66,124	66,242	66,311	66,118
6	66,782	66,829	67,002	66,930	66,780	66,794
7	67,143	67,163	67,195	67,175	67,184	67,198
8	68,780	68,654	68,845	68,994	69,112	69,108
9	69,334	69,585	69,624	69,685	69,321	69,311

Примітка. Приведені в таблиці значення висотних відміток збільшити на 0,2 п метрів, де п – перша цифра номера варіанту.

Необхідно скласти подовжній профіль рейкового шляху і проект напряму профілю, прийнявши проектний схил, рівним $i_{np}=0,005$.

Масштаби побудови: горизонтальний 1:1000, вертикальний 1:100 (рис. 2.9).

Вказівки до рішення задачі.

Профіль рейкового шляху по відкатній виробці вимальовується на миліметровці або ватмані.

Спочатку вимальовується таблиця, в нижній графі якої відповідно до масштабу вказуються номери пікетів. У середній графі – фактичні висотні відмітки головок рейок на кожному пікеті.

У верхній графі – фактичні підйоми і схили виробок між сусідніми пікетами і відстань між ними.

Схили виробок визначають по формулі

$$i_{\phi} = h_{\phi} / l$$

де h_{ϕ} – фактичне перевищення між сусідніми пікетами, м;

l – горизонтальна відстань між пікетами, м.

$$h_{\phi} = H_{i+1} - H_i,$$

где H_{i+1} и H_i – фактичні відмітки, отриманих на подальшому і попередньому пікетах.

Фактичне перевищення між пікетами:

$$h_{\phi PK0-PK1} = H_{\phi PK1} - H_{\phi PK0} = 60,384 - 60,272 = 0,112 \text{ м};$$

$$h_{\phi PK1-PK2} = H_{\phi PK2} - H_{\phi PK1} = 60,602 - 60,384 = 0,218 \text{ м};$$

$$h_{\phi PK2-PK3} = H_{\phi PK3} - H_{\phi PK2} = 60,589 - 60,602 = -0,013 \text{ м};$$

$$h_{\phi PK3-PK4} = H_{\phi PK4} - H_{\phi PK3} = 60,440 - 60,589 = -0,149 \text{ м};$$

$$h_{\phi PK4-PK5} = H_{\phi PK5} - H_{\phi PK4} = 60,521 - 60,440 = 0,081 \text{ м}.$$

Фактичні схили виробок між пікетами:

$$i_{\phi PK0-PK1} = \frac{h_{\phi PK0-PK1}}{l} = \frac{0,112}{20} = 0,006;$$

$$i_{\phi PK1-PK2} = \frac{h_{\phi PK2-PK1}}{l} = \frac{0,218}{20} = 0,011;$$

$$i_{\phi PK3-PK2} = \frac{h_{\phi PK3-PK2}}{l} = \frac{-0,013}{20} = -0,001;$$

$$i_{\phi PK4-PK3} = \frac{h_{\phi PK4-PK3}}{l} = \frac{-0,149}{20} = -0,007;$$

$$i_{\phi PK5-PK4} = \frac{h_{\phi PK5-PK4}}{l} = \frac{0,081}{20} = 0,004.$$

Проектне перевищення:

$$h_{np} = i_{np} \cdot l = 0,005 \cdot 20 = 0,1 \text{ м}.$$

Проектна відмітка початкового пікету приймається рівної фактичній.

$$H_{np PK0} = H_{\phi PK0} = 60,272 \text{ м}.$$

Для отримання проектної відмітки подальшого пікету необхідно до відмітки початкового пікету, додати проектне перевищення. Проектні відмітки інших пікетів обчислюються в такій же послідовності. Значення проектних висотних відміток заносять в середню графу таблиці поруч з фактичними відмітками головок рейок.

$$H_{npi+1} = H_{inp} + h_{np}$$

$$H_{np PK1} = H_{np PK0} + 0,1 = 60,272 + 0,1 = 60,372 \text{ м};$$

$$H_{npPK2} = H_{npPK1} + 0,1 = 60,372 + 0,1 = 60,472 \text{ м};$$

$$H_{npPK3} = H_{npPK2} + 0,1 = 60,472 + 0,1 = 60,572 \text{ м};$$

$$H_{npPK4} = H_{npPK3} + 0,1 = 60,572 + 0,1 = 60,672 \text{ м};$$

$$H_{npPK5} = H_{npPK4} + 0,1 = 60,672 + 0,1 = 60,772 \text{ м}.$$

Використовуючи обчислені проектні відмітки, на профіль наносять проектний схил.

Різниця проектних і фактичних відміток на кожному пікеті дає робочі відмітки. Робочі відмітки показують, яку треба зробити підбивку або підсипку ґрунту для приведення рейкового шляху в проектне положення. Ці відмітки записують біля профільної лінії.

Робочі відмітки:

$$H_p = H_{np} - H_f$$

$$H_{pPK0} = H_{npPK0} - H_{fPK0} = 60,272 - 60,272 = 0 \text{ м};$$

$$H_{pPK1} = H_{npPK1} - H_{fPK1} = 60,372 - 60,384 = -0,012 \text{ м};$$

$$H_{pPK2} = H_{npPK2} - H_{fPK2} = 60,472 - 60,602 = -0,130 \text{ м};$$

$$H_{pPK3} = H_{npPK3} - H_{fPK3} = 60,572 - 60,589 = -0,017 \text{ м};$$

$$H_{pPK4} = H_{npPK4} - H_{fPK4} = 60,672 - 60,440 = +0,232 \text{ м};$$

$$H_{pPK5} = H_{npPK5} - H_{fPK5} = 60,772 - 60,521 = +0,251 \text{ м}.$$

Оформлення профілю рейкових шляхів.

Складання профілю починають з нанесення на висотну сітку фактичних відміток пікетів. З'єднуючи ламаною лінією нанесені відмітки пікетів, отримують фактичний профіль рейкових шляхів відкаточній виробки. Значення проектних висотних відміток заносять в середню графу таблиці поруч з фактичними відмітками головок рейок. Використовуючи обчислені проектні відмітки, на профіль наносять проектний схил. Різниця проектних і фактичних відміток на кожному пікеті дає робочі відмітки. Ці відмітки записують біля профільної лінії.

Таблиця, фактичні відмітки головок рейок на пікетах і фактичний профіль вимальовуються чорною тушшю. Проектні відмітки і проектний профіль шляху – червоною тушшю, лінії висотної сітки і робочі відмітки – синьою тушшю.

Масштаби побудови: горизонтальний 1:1000
вертикальний 1:100

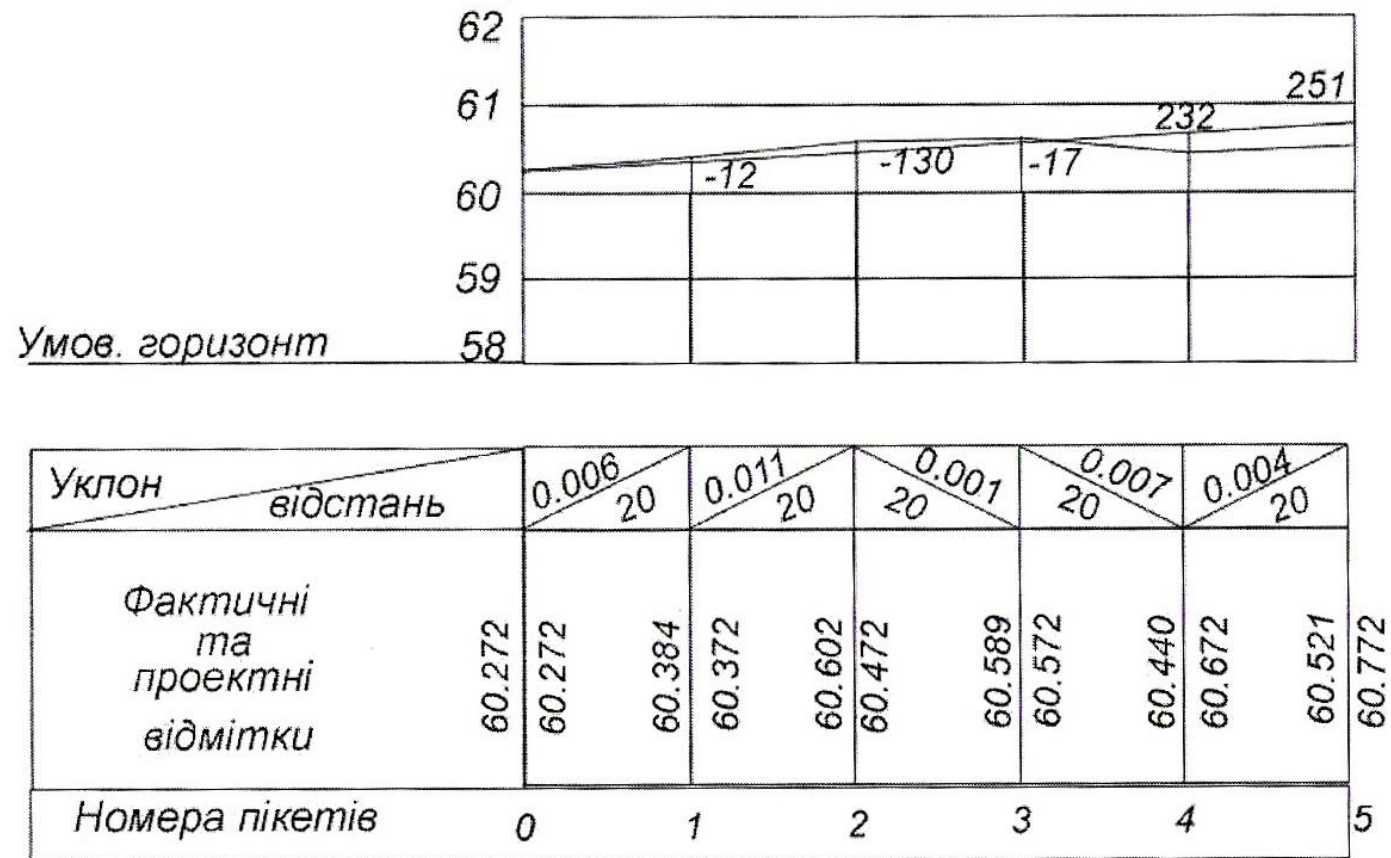


Рис. 2.9 - Повздовжній профіль рейкового шляху по відкаточній виробці

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3

ПОБУДОВА ГІПСОМЕТРИЧНОГО ПЛАНУ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА І ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ СПОСОБОМ ГЕОЛОГІЧНИХ БЛОКІВ

Мета роботи - освоїти методику побудови ізогипс і найбільш поширений спосіб підрахунку запасів.

3.1 Зміст роботи

На ділянці шахтного поля пробурено 9 розвідувальних свердловин (рис. 3.2). Свердловини перетнули вугільний пласт h_{10} . По кожній свердловині визначені координати X_0 , Y_0 , Z_0 , устя свердловини, висотна відмітка Z_c точки перетину свердловини з пластом і нормальна потужність m вугільного пласта. Необхідно виконати наступне:

1. Побудувати гіпсометричний план вугільного пласта.

2. Підрахувати запаси вугілля способом геологічних блоків. При побудові гіпсометричного плану всі свердловини вважати вертикальними, тобто координати устя свердловин X_0, Y_0 повинні співпадати з координатами точки перетину свердловин з покрівлею вугільного пласта X_c, Y_c .

3.2 Початкові дані

Робота виконується по варіантах. Номер варіанту задається двозначним числом від 00 до 49. У таблиці 3.1-3.3 приведені координати X_0 , Y_0 і Z_0 , устя розвідувальних свердловин. У таблиці 3.4 висотні відмітки точок перетину свердловин з покрівлею вугільного пласта, а в таблиці 3.5 потужності вугільного пласта по свердловинах. Правила користування таблицями приведені в примітках до них. Початкові дані по варіантах для виконання роботи рекомендується занести в формуляр, поданий в таблиці 3.6.

3.3. Методичні вказівки**3.3.1 Побудова гіпсометричного плану**

Гіпсометричний план вугільного пласта будується в наступній послідовності.

1. На лист ватманської або міліметрівки формату А3 наносять сітку координат зі стороною квадрата, що дорівнює 100 мм, і оцифровують її, виходячи з того, що початок координат знаходиться в лівому нижньому кутку листа, вісь абсцис X направлена вгору, а вісь ординат Y - праворуч.

Таблиця 3.1 - Абсциси x_0 устя свердловин

Номер свердловини	Перша цифра номера варіант				
	0	1	2	3	4
1	1994,5	1950,0	1931,5	2020,0	2010,0
2	2035,0	1925,5	2020,0	1998,5	2020,5
3	2006,5	1930,0	2005,0	1975,5	1991,5
4	1653,5	1575,0	1525,0	1750,0	1742,5
5	1649,0	1580,0	1625,0	1685,0	1680,0
6	1620,5	1570,0	1696,5	1675,5	1705,5
7	1300,0	1185,5	1225,0	1292,0	1285,0
8	1260,5	1250,0	1250,0	1275,5	1280,0
9	1245,0	1265,5	1305,5	1270,0	1295,5

Примітка. Вибрані з таблиці абсциси X_0 свердловин 2, 5 і 8 зменшити на $20 \cdot n$, м де n (друга цифра номера варіанту). Наприклад, для варіанту 18 абсциса устя свердловини 5 буде дорівнювати $1580,0 - 160 = 1420,0$ м.

Таблиця 3.2 - Ординати Y_0 гирл свердловин, м

Номер свердловини	Перша цифра номеру варіанта				
	0	1	2	3	4
1	1260,0	1370,5	1120,5	1370,5	1420,5
2	1851,5	1905,5	1661,5	1875,0	1910,0
3	2375,0	2448,5	2250,0	2425,5	2500,0
4	1275,0	1322,5	1171,5	1310,0	1360,5
5	1856,0	1861,0	1751,5	1870,0	1920,5
6	2355,5	2455,5	2325,0	2451,0	2510,5
7	1282,0	1353,5	1231,5	1335,5	1375,5
8	1860,5	1975,0	1760,0	1882,0	1920,0
9	2375,5	2491,0	2460,5	2480,0	2515,5

Примітка. Вибрані з таблиці ординати Y_0 свердловин 3, 6 і 9 збільшити на $20 \cdot n$, м (де n - друга цифра номера варіанту). Наприклад, для варіанту 25 ордината 9 свердловини буде рівна $2460,5 + 100 = 2560,5$ м.

Таблиця 3.3 - Висотні відмітки Z_0 гирл свердловин, м

Номер свердловини	Перша цифра номеру варіанта				
	0	1	2	3	4
1	+123.8	147.2	152.1	148.3	143.6
2	+125.7	150.5	154.3	154.5	145.8
3	+126.3	153.4	164.8	157.6	146.5
4	+123.1	149.3	157.2	149.5	145.6
5	+124.9	151.3	158.3	155.6	146.3
6	+126.4	154.5	161.3	159.8	147.9
7	+124.3	152.4	159.2	159.3	148.3
8	+129.5	153.5	160.1	163.5	150.6
9	+131.4	156.6	162.4	163.3	149.9

Примітка. Значення висотної відмітки Z_0 устя свердловин визначається по першій цифрі номера варіанту. Наприклад, для варіанту 25 відмітка всіх свердловин буде обиратися з колонки 4.

Таблиця 3.4 Висотні відмітки Z_C точок перетину свердловин з пластом

Номер свердловини	Перша цифра номеру варіанта				
	0	1	2	3	4
1	-622,7	-293,4	-260,6	-666,4	-351,4
2	-613,7	-355,3	-275,4	-691,8	-290,6
3	-610,3	-409,4	-282,3	-674,3	-222,3
4	-675,8	-291,5	-350,9	-602,5	-339,8
5	-670,2	-351,4	-362,2	-620,7	-273,4
6	-663,5	-417,5	-319,5	-618,9	-201,5
7	-726,3	-271,6	-462,3	-512,6	-289,1
8	-724,3	-344,2	-420,8	-549,1	-234,9
9	-719,8	-406,7	-390,1	-550,3	-160,7

Примітка. Вибрані з таблиці висотні відмітки Z_C свердловин 1, 4 і 7 збільшити на 2 п, м (де п друга цифра номеру варіанту). Наприклад, для варіанту 05 відмітка свердловини чотири буде дорівнювати - 675,8+10= 675,8+10=-665,8м.

Таблиця 3.5 - Значення нормальної потужності m вугільного пласта по свердловинах, м

Номер свердловини	Перша цифра номера варіанта				
	0	1	2	3	4
1	1,07	0,97	1,18	1,33	1,20
2	1,10	0,96	1,21	1,34	1,27
3	1,09	0,94	1,07	1,25	1,35
4	1,12	0,98	1,19	1,34	1,21
5	1,13	0,95	1,23	1,38	1,28
6	1,23	0,88	1,01	1,19	1,33
7	1,25	0,98	1,20	1,35	1,21
8	1,27	0,97	1,20	1,33	1,24
9	1,28	0,88	1,00	1,18	1,36

Таблиця 3.6 - Початкові дані до лабораторної роботи 3

Номер свердловини	Початкові дані по свердловинам				
	Координата, м				Потужність пласта, м
	X_0	Y_0	Z_0	Z_c	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

2. По координатах x_0 і y_0 наносять устя розвідувальних свердловин. Свердловини наносяться за допомогою кронциркуля чорним кольором діаметром - 2 мм. Біля кожної свердловини проставляють:

- номер свердловини (над свердловиною, чорним кольором);
- відмітку устя свердловини (праворуч вгорі, чорним кольором);
- відмітку перетину свердловини з покрівлею вугільного пласта (праворуч внизу, синім кольором);
- потужність вугільного пласта (зліва, чорним кольором). Висота цифр - 2,5 мм.

3. При невеликій кількості розвідувальних даних гіпсометричний план найбільш доцільно будувати методом багатогранника. Для цього найближчі свердловини з'єднують між собою прямими лініями таким чином, щоб утворилася мережа трикутників (багатогранник) з відомими абсолютними відмітками покрівлі пласта у вершинах трикутників. Для побудови ізогіпс пласта (ізоліній рівних абсолютних відміток) необхідно на сторонах багатокутника визначити точки з відмітками, кратними висоті перетину ізогіпс

(для умов Донбасса висота перетину ізогипс прийнята 50 м), тобто проградуювати прямі, з'єднуючі свердловини.

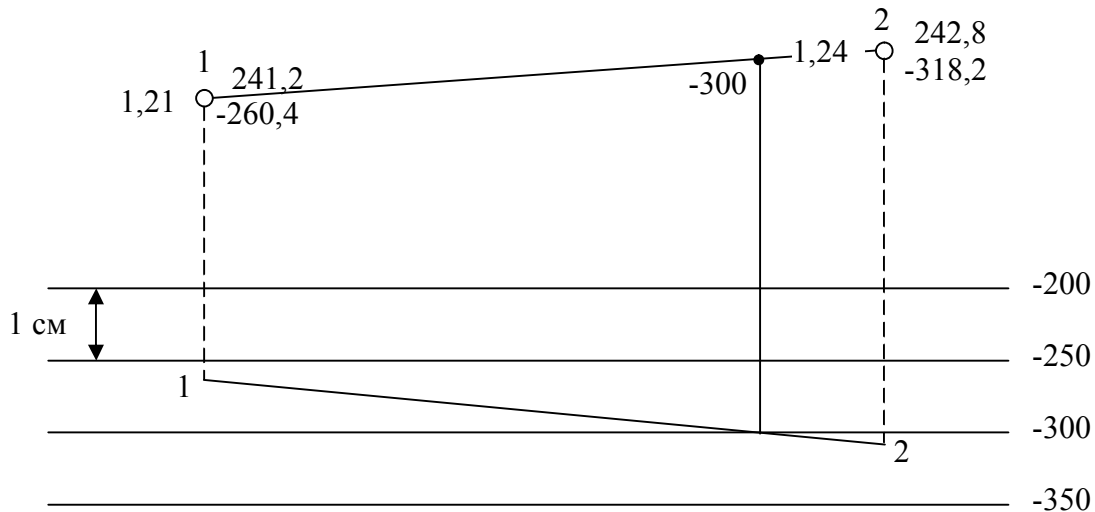


Рис. 3.1 – Приклад градування прямої, що з'єднує свердловини

Найбільш поширені способи градування прямих - за допомогою палетки і аналітично.

Градування прямою з допомогою палетки, яка являє собою ряд паралельних ліній, нанесених на прозорій основі на однаковій відстані між собою, полягає в наступному.

Лінії палетки підписують цифрами, кратними висоті перетину ізогипс - 50 м. Лінію палетки з відміткою, співпадаючою з відміткою свердловини, накладають на центр свердловини і наколюють (закріплюють) за допомогою шпильки або вістря олівця. Палетку повертають доти, поки лінія палетки з відміткою, рівній відмітці другої свердловини, поєднана з центром другої свердловини. Точки перетину проекції прямої, що з'єднує свердловини з лініями палетки, переколюють на план і підписують відповідні відмітки.

Якщо відмітки кінцевих точок прямою мають значення не кратні 50м, то їх розташовують не на лініях палетки, а в проміжках, відповідних абсолютних відмітках.

При аналітичному методі визначають величину закладення на прямій АВ при даній висоті перетину h по формулах:

$$l = \frac{h}{\operatorname{tg} \delta}; \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{H_A - H_B}{L_{AB}},$$

де H_A - абсолютна відмітка точки A ;

H_B - абсолютна відмітка точки B ;

L_{AB} - горизонтальна проекція прямої AB , що з'єднує свердловини.

Якщо точка має відмітку, кратну перетину ізогипс, то шукані ступінчасті відмітки отримують, відкладаючи обчислене значення від цієї точки. Якщо ж відмітка точки дробова, то від неї спочатку відкладають частину закладення, доповнюючу дробову частину відмітки до цілого, кратного перетину, а потім від отриманої точки відкладають обчислене закладення.

Проградуювати прямі, з'єднують точки з однаковими абсолютними відмітками плавними кривими лініями і отримують гіпсометричний план покрівлі вугільного пласта. Ізогипси пласта нанести в контурі розміром 257 (380 м (див. рис. 3.2). Ізогипси, ті, що виходять за контур розвідувальних свердловин наносять паралельно побудованим на відстані, рівній середньому закладенню ізогипс.

3.3.2 Підрахунок запасів вугілля способом геологічних блоків

У цей час найбільш поширеним способом підрахунку запасів твердих корисних копалин є спосіб геологічних блоків-різновид способу середнього арифметичного. Перед підрахунком запасів на отриманому гіпсометричному плані пласта h_{10} необхідно виділити контури геологічних блоків. Контури виділяються виходячи з наступних положень:

- блок підрахунку запасів повинен бути геологічно і технологічно однорідним (однакова міра розвіданості, однорідність геологічної будови, витриманість умов залягання);
- контур блоку повинен обмежуватися лініями, що проходять через розвідувальні свердловини, з даними, необхідними для підрахунку запасів;
- блоки повинні мати форму, близьку до правильних геометричних фігур.

Приклад виділення блоків приведений на рис. 3.2. Підрахунок запасів ведеться в наступній послідовності:

1. Визначити площу кожного блоку одним з наступних способів:

- за допомогою полярного планіметра;
- розбиттям контура, що обмежує блок на найпростіші фігури (трикутники, прямокутники, трапеції), площі яких обчислюються по відомих формулах;
- за допомогою побудованій на прозорій основі квадратної палетки.

Площі проєкцій геометричних фігур визначають двічі, міняючи параметри підрахунку (основу, висоту і т.д.).

Остаточне (похиле, в площині пласта) значення площі блоку визначиться по формулі

$$S = B / \cos \delta$$

де δ - кут падіння пласта, визначається графічно за гіпсометричному планом в кожному блоці.

2. Підрахунок запасів вугілля в кожному геологічному полиску проводиться по формулі:

$$Q = S \cdot m_{cp} \cdot \gamma$$

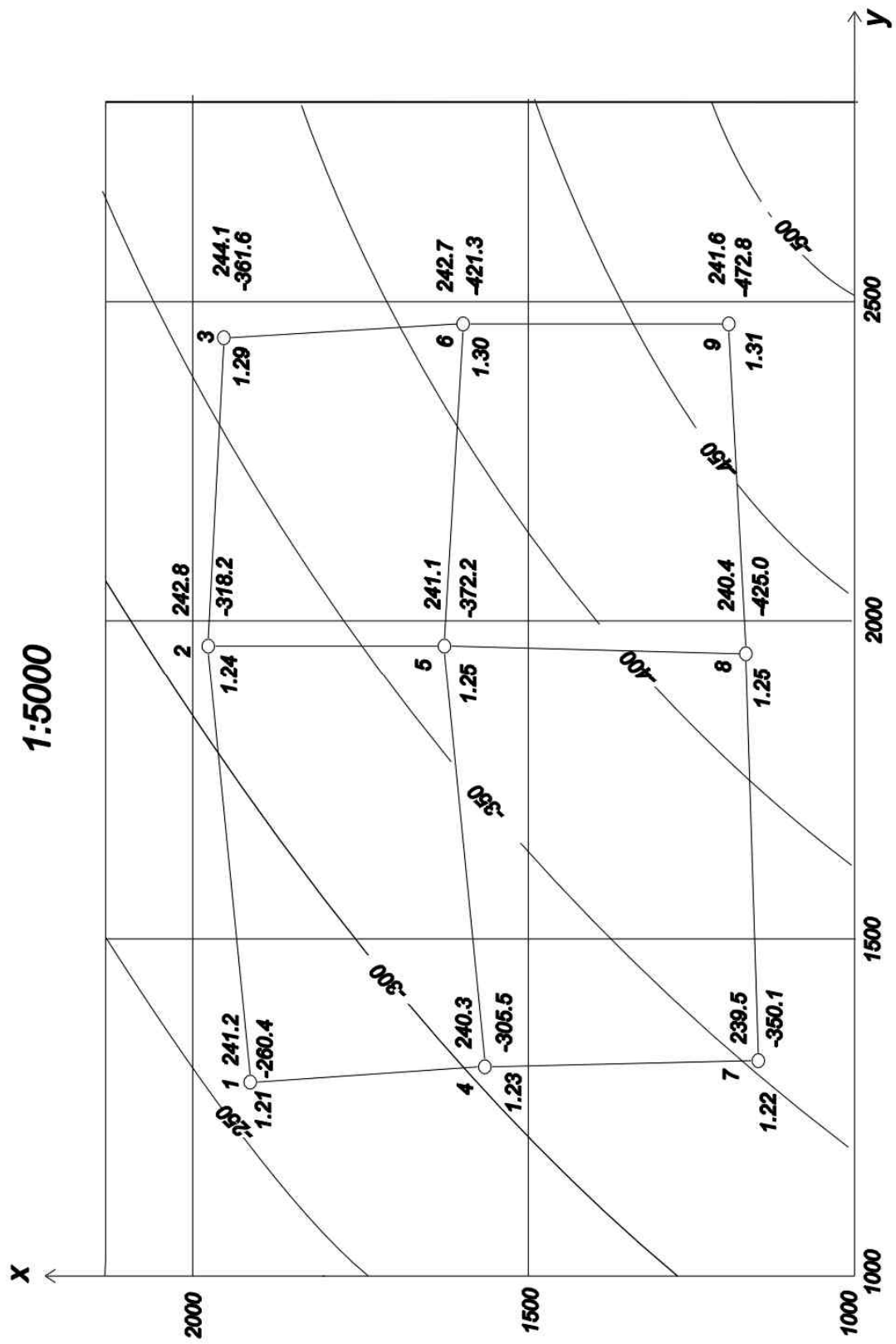
де m_{cp} - середня потужність вугільного пласта в блоці;

γ - уявна щільність вугілля, т/м³

Середня потужність вугільного пласта визначається як середня з потужностей по свердловинах обмежуючих блок підрахунку запасів. Запаси вугілля по дільниці взагалі визначаються підсумовуванням запасів по всіх геологічних блоках. Результати підрахунку запасів вугілля рекомендується занести в таблиці 3.7, в якій приведений приклад підрахунку запасів вугілля в одному з блоків.

Таблиця 3.7 - Таблиця підрахунку запасів (зразок формуляра) $\gamma=1,35\text{т/м}^3$

Номер блока	$B_1, \text{м}^2$	$B_{cp}, \text{м}^2$	δ	$S = B_{cp} / \cos \delta$	$m_{cp}, \text{м}$	$Q = S \cdot m_{cp} \cdot \gamma$, тис.т
	$B_2, \text{м}^2$		$\cos \delta$			
1	238856	238769	10^0	242405	1,14	373,06
	238682		0,985			
2						
-						
-						
Геологічні запаси по дільниці						

Рис. 3.2 - Гіпсометричний план пласту h_{10}

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ

Мета роботи - навчити студента технічно грамотно проводити розрахунок і побудову запобіжного цілика методом вертикальних розрізів.

4.1. Початкові дані

Студенту пропонується побудувати для умов Донбасу запобіжний цілик під чотирихповерхову будівлю технікуму.

Масштаб побудови прийняти рівним 1:2000 або 1:5000. Будівля технікуму має Г-образну форму розмірами 60×40×20 м і схильно діагонально до простягання пласта. Під будівлею залягає одиночний пласт вугілля марки К. Товща гірських порід не підроблена, мезозойське відкладення відсутнє. Потужність наносів h , глибина залягання пласта під центром будівлі H , кут падіння пласта α , і потужність пласта m приведені в таблиці 4.1. Для будівлі встановлені допустимі горизонтальні деформації в розмірі $[Eg] = 2.6 \cdot 10^{-3}$

Таблиця 4.1- Початкові дані для побудови запобіжних ціликів під будівлю технікуму

Номер варіанту	Потужність наносів $h, м$	Глибина пласта під будівлею $H, м$	Кут падіння пласта $\alpha, град$	Потужність пласта $m, м$
1	2	3	4	5
1	15	300	10	0.85
2	20	200	34	0.95
3	25	290	12	0.87
4	30	260	18	0.79
5	15	290	24	0.99
6	20	270	15	0.78
7	25	210	37	0.95
8	30	290	13	0.84
9	25	270	19	0.87
10	15	260	26	0.94
11	20	220	20	0.67
12	25	240	27	0.96
13	30	280	14	0.86
14	15	250	21	0.76
15	20	270	25	0.98
16	25	280	28	1.10
17	30	210	15	0.69
18	15	230	22	0.71
19	20	240	30	0.91
20	25	270	29	1.02
21	30	280	16	0.83
22	15	215	35	0.87
23	20	230	31	1.07
24	25	290	17	0.88
25	30	270	23	0.91
26	50	290	24	0.80
27	20	210	30	0.75

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5
28	25	280	25	0.85
29	30	250	14	0.78
30	35	240	33	0.98
31	25	350	15	0,85
32	10	250	32	1.10
33	30	340	19	1.05
34	15	280	42	1.25
35	30	300	30	1.30
36	15	290	24	0.84
37	20	280	32	1.12
38	30	300	25	0.99
39	10	310	30	1.17
40	20	330	32	1.30
41	15	260	18	0.89
42	10	230	22	1.06
43	25	290	34	1.15
44	10	270	25	1.25
45	15	300	19	1.05
46	30	270	38	1.10
47	15	290	34	1.25
48	15	340	20	1.10
49	10	310	25	1.15
50	30	280	23	1.05

4.2. Методика виконання роботи

При розробці вугільних родовищ відбувається зрушення і деформація земної поверхні. Об'єкти, що попали в зону зрушення, деформуються. Причому якщо гірничі роботи ведуться нижче безпечної глибини розробки $H_б$ (безпечною глибиною розробки називається така глибина, нижче за яку гірничих роботи не викликають в спорудах деформацій, що перевищують допустимі), то гірничі роботи можуть проводитися без застосування заходів охорони споруд, рекомендованих [6]

При підробітку цивільних будівель одиночним пластом безпечна глибина $H_б$ визначається по формулі:

$$H_б = k_E \cdot m / [Eg]$$

де m - потужність пласта, що виймається, м,

$[Eg]$ - допустимі горизонтальні деформації;

k_E - коефіцієнт, що залежить від кута падіння пласта, вибирається з таблиці 4.2 згідно α .

Таблиця 4.2

α	0°	10°	20°	30°	40° та більше
K_E	1,0	1,0	1,0	0,8	0,7

У всіх варіантах, приведених в таблиці 4.1, глибина залягання пласта під центром будівлі менше безпечної глибини розробки. Тому виїмка вугілля під будівлею технікуму

може проводитися тільки при застосуванні гірничих і конструктивних заходів захисту будівлі.

Застосування конструктивних заходів спричинило б тимчасове припинення експлуатації технікуму, що в даних конкретних умовах неприйнятно. Гірничі заходи охорони одиночної будівлі (закладення виробленого простору, збільшення розміру лави і т.п.) виявилися економічно недоцільними. Тому по пласту під будівлею технікуму залишаються запобіжні цілики.

4.3. Побудова ціликів проводиться таким чином

1. У лівому нижньому кутку креслення вимальовується в прийнятому масштабі план будівлі, орієнтуючи його так, щоб лінія падіння пласта була паралельна нижньому краю листа (рис. 4.1). Будують контур об'єкта, що охороняється, для чого його вписують в прямокутник, сторони якого паралельні напрямкам простягання і падіння пласта.

Для підвищення надійності ціликів контур, що охороняється збільшують на ширину берми, яка визначається по [6] згідно [Eg]. Для підвищення надійності ціликів контур, що охороняється збільшують на ширину берми, яка визначається по [6] згідно [Eg]. Для [Eg]= $2.6 \cdot 10^{-3}$ ширина берми дорівнює 15 м.

2. Над планом з використанням даних, взятих по варіанту, будують вертикальні геологічні розрізи I-I (вхрест простягання) і II-II (по простягання). На розрізі I-I від поверхні землі вниз по вертикалі відкладають значення H_δ і проводять горизонт безпечної глибини.

3. Визначають кути зрушення

Для Донбасу, крім районів залягання вугілля марок *ПА* і *A*, встановлені наступні значення кутів зрушення: $\varphi=60^\circ$, $\gamma=\delta=80^\circ$, $\beta=80^\circ-0.8\alpha$. (не менше за 30°).

4. На розрізі I-I з точок *A* (*B*) і *D* (*C*) проводять лінії під кутом φ до контакту наносів з корінними породами, далі продовжують їх в корінних породах під кутами зрушення γ і β до перетину з пластом і отримують відповідно точки 1(4), 2(3) на нижньому і верхньому кордонах ціликів.

5. Визначають кордони запобіжних ціликів по простягання пласта. Для чого на розрізі II-II з точок *B*(*C*) і *A*(*D*) проводять лінії в межах наносів під кутом φ і далі в корінних породах під кутом зрушення δ . На перетині цих ліній з проекцією верхнього кордону ціликів отримують точки 2" і 3", що визначають верхній кордон ціликів по простягання. Для отримання нижнього кордону ціликів проводять наступну побудову: лінії, проведені під кутом δ , продовжують до горизонту, розташованого нижче за контакт корінних порід з наносами на відстані, що визначається по формулі:

$$H_r = A_r \cdot H_\gamma = H_\gamma \cdot \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\gamma - \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma + \operatorname{tg}\alpha}}$$

де H_r – відстань від контакту корінних порід з наносами до нижнього кордону ціликів на розрізі вхрест простягання.

Підставивши в формулу всі значення, визначають величину H_r і точки 5" і 6". Від цих точок під кутом $\delta=90^\circ$ проводять лінії до перетину з проекцією нижнього кордону ціликів (точки 1" і 4").

6. Кордони запобіжних ціликів, отримані на вертикальних розрізах I-I і II-II, переносять на план і отримують контур ціликів 1,5,2,3,6,4.

7. У нижньому правому кутку вписують дані за підрахунком запасів вугілля в цілики, а також значення координат X , Y кутових точок ціликів. Позитивний напрям осі X студент вибирає самостійно. Розміри сітки координат повинні бути 100×100 мм незалежно від масштабу побудови. При побудові ціликів в масштабі 1:2000 оцифровка сітки координат повинна бути кратна 200 м, а при М 1:5000-500 м.

8. Графічна частина креслення виконується акуратно тушшю (або пастою), на кресленні приводяться буквені позначення величин, що використовуються і їх чисельні значення. Кордони запобіжних ціликів в проекціях на вертикальну і горизонтальну площини зображаються червоним кольором.

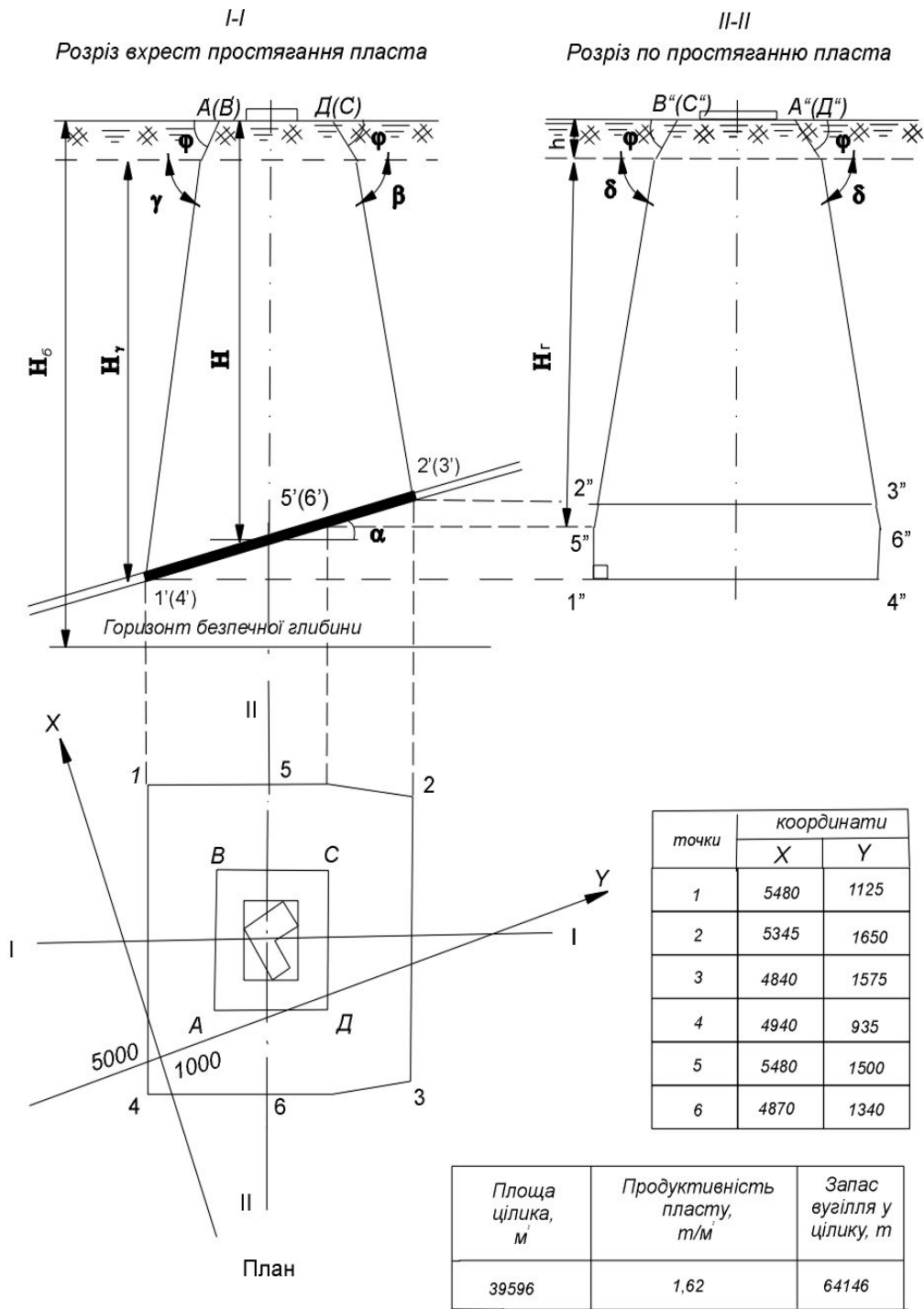


Рис. 4.1 - Побудова запобіжного цілика

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

**ПОПОВНЕННЯ ПЛАНУ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК І ВИЗНАЧЕННЯ ДАНИХ
ДЛЯ ЗАВДАННЯ НАПРЯМУ ГІРНИЧІЙ ВИРОБЦІ**

Мета роботи – навчити студентів обчислювати координати пунктів теодолітної зйомки, користуватися ескізами вимірів гірничих вироблень, складати і поповнювати план гірничих вироблень, визначати дані для завдання напрямку вироблення на збійку.

5.1. Зміст завдання

У районі гірничих робіт лави № 25 (рис. 5.1 і 5.2) пробурена вертикальна технічна свердловина c великого діаметра, через яку надалі намічається проводити доставку матеріалів.

Для рішення поточних виробничих задач, складання проекту збійки відкаточного штреку з технічною свердловиною і завдання напрямку на збійку необхідно виконати наступне:

1. Скласти план виробок лави № 25 за станом на початок поточного року і поповнити його за січень і лютий.
2. Намітити на плані проект збійки 25 відкаточного штреку зі свердловиною і розрахувати параметри для завдання напрямку.
3. Визначити посування 25 відкаточного штреку роздільно за січень і лютого поточного року.

5.2. Початкові дані

Для виконання завдання використовуються результати маркшейдерських зйомок, виконаних в процесі поточного обслуговування гірничого виробництва і спеціально для поставлених задач:

1. Координати X_C, Y_C осі свердловини за даними маркшейдерської зйомки.
2. Результати вимірювань при проведенні теодолітних зйомок на 25 вентиляційному і відкатному штреках.
3. Координати початкових пунктів і дирекційні кути початкових ліній для теодолітних зйомок по 25 вентиляційному і відкаточному штреках.
4. Результати маркшейдерських вимірів гірничих вироблень по дільниці лави № 25 на початок січня, лютого і березня поточного року.

Всі необхідні для роботи дані приведені на рис. 5.1, 5.2 і в табл. 5.1.

На рис. 5.1 і 5.2 представлені схеми гірничих виробок і ескізи маркшейдерських вимірів. При цьому для варіантів 00-19 і 40-49 посування лави № 25 направлене зліва направо (рис. 5.1), а для варіантів 20-39 – праворуч наліво (рис. 5.2). На рисунку поточний рік позначений умовно 2010 р., а попередній – 2009 р. В залежності від конкретного року виконання роботи відповідні дати (роки) коректуються на рисунках студентом самостійно.

У таблиці 5.1 приведений необхідний для роботи цифровий матеріал. У примітках до таблиці вказані правила користування.

Приступаючи до виконання роботи, студент повинен в початкових даних намалювати схематичний малюнок гірничих виробок і ескізи маркшейдерських вимірів.

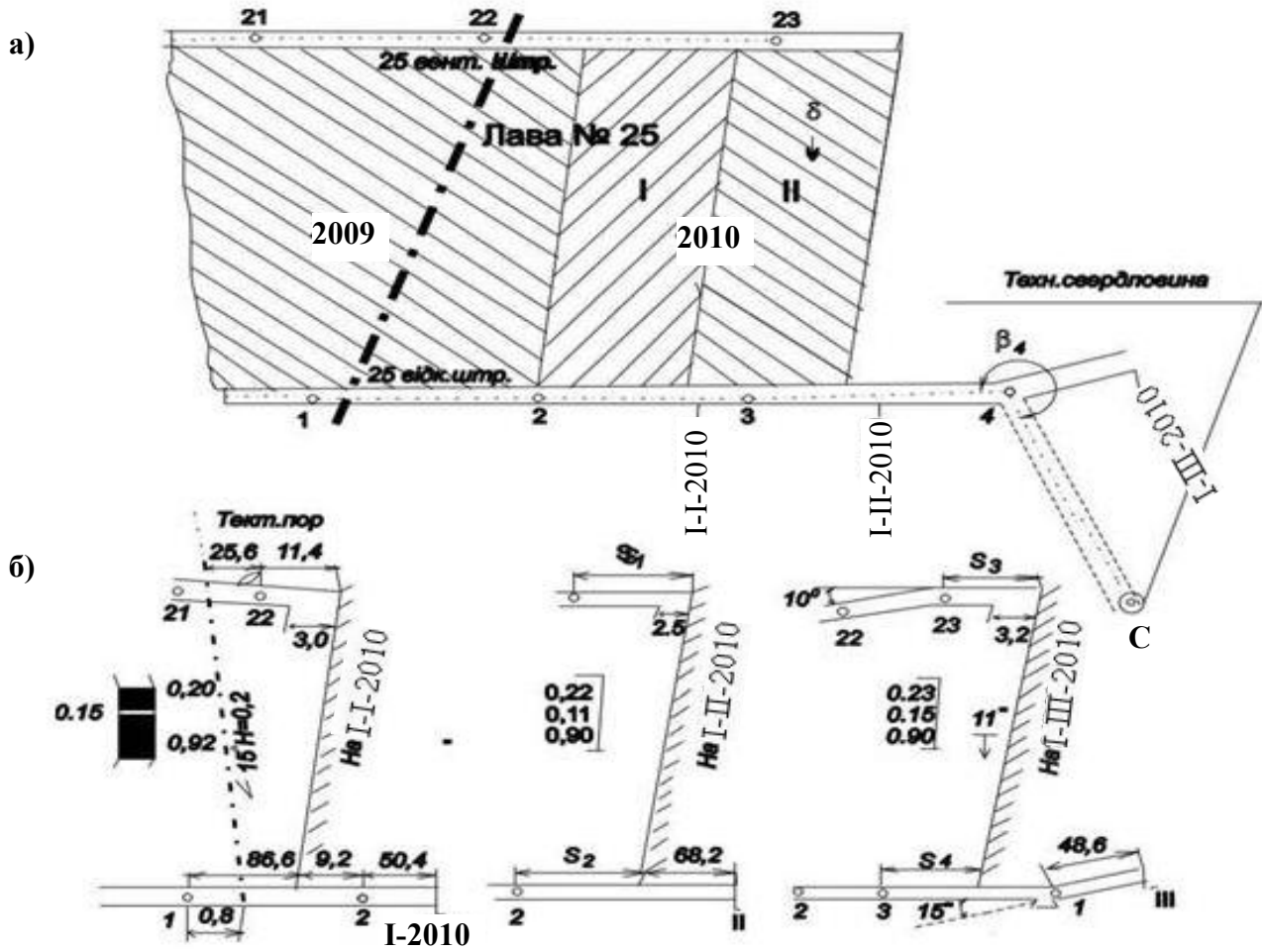


Рис. 5.1 - Гірничі роботи лави № 25

а – схема гірничих виробок
б – ескізи вимірів

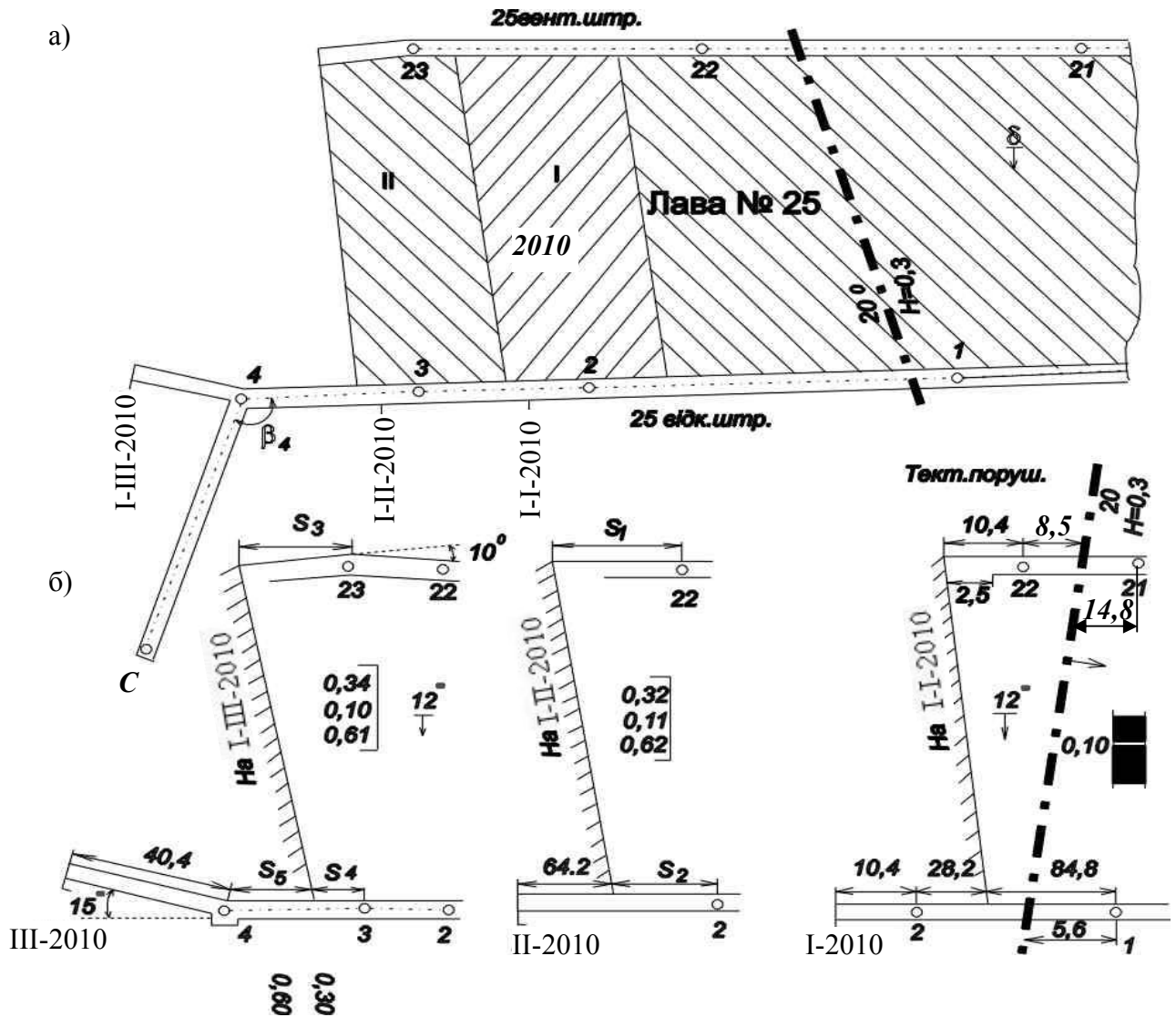


Рис. 5.2 - Гірничі роботи лави № 25

а – схема гірничих виробок
 б – ескізи вимірів

Таблиця 5.1 - Початковий дані для виконання завдання

Найменування лінії, точки, кута (см. мал. 9.1 и 9.2)	Позначення	Значення параметр				
		Перша цифра номеру варіанту				
		0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7
1. Дані визначення по варіанту значення дирекційного кута початкової сторони						
21-22	21-22	75°23'30"	100°10'30"	276°15'00"	288°18'15"	83°27'30"
1-2	1-2	75°14'40"	100°12'45"	276°20'00"	288°20'30"	83°18'00"
Примітка. Приведені в таблиці значення дирекційних кутів збільшувати на n-градус (де n друга цифра номеру варіанту).						

Продовження табл. 5.1

2. Координати X, Y початкових пунктів, м						
22	X ₂₂	1300,000	1340,000	1260,000	1280,000	1320,000
	Y ₂₂	1290,000	1680,000	1290,000	1390,000	1790,000
2	X ₂	1150,000	1224,000	1160,000	1130,000	1170,000
	Y ₂	1315,000	1705,000	1265,000	1365,000	1815,000
3. Вимірюванні значення горизонтальних (лівих по хіду) кутів						
21-22-23	β ₂₂	171 ⁰ 21'40"	192 ⁰ 10'00"	189 ⁰ 00'10"	185 ⁰ 38'20"	176 ⁰ 43'50"
1-2-3	β ₂	168 ⁰ 30'30"	194 ⁰ 05'20"	191 ⁰ 40'20"	190 ⁰ 30'10"	169 ⁰ 35'40"
2-3-4	β ₃	200 ⁰ 14'30"	161 ⁰ 30'06"	166 ⁰ 50'18"	170 ⁰ 27'30"	193 ⁰ 38'20"
4. Дані для визначення по варіанту значення горизонтальних довжин сторін теодолітних ходів, м						
22-23	l ₂₂₋₂₃	65,800	70,080	62,100	60,800	64,230
2-3	l ₂₋₃	48,007	53,100	45,009	43,100	47,320
3-4	l ₃₋₄	51,105	56,106	48,344	46,203	50,200
Примітка. Приведені в таблиці значення довжин сторін збільшувати на 5n метрів (де n- друга цифра номеру варіанту)						
5. Дані для визначення по варіанту значення вимірюваних довжин, м, при вимірюванні гірничих виробок (рис. 9.1 и 9.2)						
	S ₁	35,0	40,2	38,4	37,8	36,6
	S ₂	15,1	20,4	18,6	17,3	16,8
	S ₃	5,0	7,0	9,3	7,0	7,8
	S ₄	4,2	6,8	7,4	6,3	6,5
Примітка. Приведені в таблиці значення відстань збільшувати на 5n метрів (де n- друга цифра номеру варіанту)						
6. Координати X, Y центра гирл технічних свердловин, м						
свердловина С	X _С	1020,000	1040,000	1020,000	1133,000	1060,000
	Y _С	1500,000	1920,000	1040,000	1445,000	1999,000

5.3. Методика виконання робіт

5.3.1. Обчислення координат пунктів теодолітного ходу

1. Обчислення координат є першим етапом виконання роботи, що розглядається, оскільки координати використовуються для складання плану гірничих виробок і розрахунку збійка.

Теодолітні ходи по 25 вентиляційному і 25 відкаточному штрекам не замикаються в кінці на сторони із відомими дирекційними кутами і пункти із відомими координатами. Такі ходи називаються висячими.

Обчислення координат пунктів вільного теодолітного ведуть в наступній послідовності:

З початкових даних записують у відомість обчислення координат (таблиця 4.2) параметри теодолітних ходів:

- номери пунктів;
- координати X, Y початкових пунктів;
- дирекційні кути початкових ліній;
- виміряні кути β;
- горизонтальні довжини сторін.

Координати і виміряні кути записують в строчках проти відповідних пунктів (вершин) ходу, а довжини сторін і дирекційні кути в строчку між відповідними пунктами, оскільки вони відносяться до ліній між пунктами.

2. Послідовно обчислюють дирекційні кути всіх сторін теодолітного ходу (α_{22-23} , α_{2-3} , α_{3-4}) по формулі:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_{\text{л}} \pm 180^\circ$$

де $\beta_{\text{л}}$ – лівий по ходу горизонтальний кут;

i – порядковий номер сторони ходу.

Якщо, $\alpha_i + \beta_{\text{л}} > 180^\circ$, то в формулі застосовують знак мінус, в іншому випадку - знак плюс, при цьому, якщо α_i виявиться більшим 360° , то необхідно відняти 360° (повне коло).

Наприклад, обчислюємо дирекційні кути сторін по вентиляційному штреку:

$$\alpha_{22-23} = \alpha_{21-22} + \beta_{22} \pm 180^\circ = 77^\circ 23' 30'' + 171^\circ 21' 40'' \pm 180^\circ = 68^\circ 45' 10''$$

3. Обчислюють табличні значення α^T дирекційних кутів сторін ходу.

Необхідність визначення табличних значень дирекційних кутів викликається тим, що дирекційні кути змінюються від 0 до 360° , а таблиці натуральних значень тригонометричних функцій складені для кутів від 0 до 90° .

Якщо для визначення значень тригонометричних функцій буде використовуватися мікрокалькулятор, то визначення табличних значень дирекційних кутів не проводиться і графа "Табличні значення дирекційного кута" в таблиці 5.2 не потрібна.

Табличний кут - це гострий кут між північним або південним напрямом осі X і стороною, що розглядається.

Значення табличних кутів α^T визначаються, по відповідних значеннях дирекційних кутів в залежності від координатної чверті (таблиця 5.3).

Таблиця 5.3 - Визначення табличних кутів і знаків приростів координат

Чверть координат	Значення дирекційного кута, град	Формула приведення	Знак прироста	
			ΔX	ΔY
1	0-90	$\alpha^T = \alpha$	+	+
2	90-180	$\alpha^T = 180^\circ - \alpha$	-	+
3	180-270	$\alpha^T = \alpha - 180^\circ$	-	-
4	270-360	$\alpha^T = 360^\circ - \alpha$	+	-

4. Обчислюють прирости координат ΔX і ΔY по формулах:

$$\Delta X_i = l_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$\Delta Y_i = l_i \cdot \sin \alpha_i$$

де l_i і α_i - горизонтальне прокладення і дирекційний кут i -ої сторони ходу.

Значення синусів і косинусів визначаються з точністю не менше за 0.00001. Знаки приростів визначаються знаками відповідних тригонометричних функцій.

Наприклад, обчислюємо прирости координат ΔX і ΔY по вентиляційному штреку:

$$\Delta X_{21-22} = l_{21-22} \cdot \cos \alpha_{21-22} = 54,300 \cdot \cos 77^\circ 23' 30'' = 11,853 \text{ м};$$

$$\Delta Y_{21-22} = l_{21-22} \cdot \sin \alpha_{21-22} = 54,300 \cdot \sin 77^\circ 23' 30'' = 52,991 \text{ м}$$

5. Обчислюють координати всіх вершин теодолітного ходу

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i;$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i.$$

Наприклад, обчислюють координати всіх вершин теодолітного ходу по вентиляційному штреку:

$$X_{21} = X_{22} - \Delta X_{21-22} = 1300 - 11,853 = 1288,147 \text{ м}$$

$$Y_{21} = Y_{22} - \Delta Y_{21-22} = 1290 - 52,991 = 1237,009 \text{ м}$$

5.3.2. Складання і поповнення плану гірничих виробок

План гірничих вироблень складається за результатами маркшейдерських зйомок, вимірів, зарисовок і геологічної документації. У даній задачі необхідно використати результати теодолітних зйомок і ескізи маркшейдерських вимірів (рис. 5.1, 5.2). План необхідно скласти в масштабі 1:2000.

Координатна сітка розбивається по осях X , Y зі стороною квадрата 100 мм. Розміри і оцифровка координатної сітки повинні бути такими, щоб в межах її розташувалися всі пункти теодолітної зйомки і технічна свердловина. При масштабі плану 1:2000 оцифровка сітки повинна бути кратною 200 м.

Подальше складання і поповнення плану гірничих вироблень ведуть в наступній послідовності:

1. По координатах наносять пункти теодолітних зйомок.

Точки 1 і 21 наносять за допомогою транспортира і лінійки по дирекційним кутам α_{1-2} , α_{21-22} і довжинам l_{1-2} , l_{21-22} вказаним на ескізах вимірів гірничих виробок.

2. Користуючись нанесеними пунктами теодолітної зйомки, вимальовується вентиляційний і відкаточний штреки. При цьому положення забоїв на 1-е березня поточного року показують відповідно до ескізу маркшейдерського виміру (рис. 5.1, 5.2).

3. За даними ескізів маркшейдерських вимірів наносять положення очисного забою на початок січня, лютого і березня поточного року і проставляють гірничо-геологічні дані (потужності пласта, кути падіння). На 25-м відкаточному штреку відмічають положення забою на вказані вище дати.

4. По координатах наносять технічну свердловину C .

5. Оформляють план відповідно до вимог умовних позначень. Гірничі виробки, штриховку очисних робіт, потужності пласта і всі написи виконують чорним кольором, проектне положення квершлягу – червоним.

5.3.3. Складання проекту збійки 25 відкаточного штреку з технічною свердловиною і розрахунок параметрів для завдання напрямку на збійку

У виробничих умовах проект збійки складають за планом гірничих виробок з урахуванням протяжності, призначення і зручностей експлуатації вироблення, що збивається. Тут же збійку 25 відкаточного штреку з технічною свердловиною потрібно передбачити горизонтальним квершлягом мінімальної протяжності, прохідним від теодолітної точки 4 на центр свердловини C . Це дозволить спростити розрахунки елементів напрямку, оскільки збійки буде проводитися між двома точками з відомими координатами. Проектний для збійки квершлаг необхідно нанести червоним кольором на раніше побудований план гірничих виробок.

Методику розрахунку параметрів напрямку розглянемо на прикладі проходження квершлягу від точки 4 на вісь свердловини C (рис. 4.1). Параметрами збійки є кут напрямку β_4 і довжина збійки l_{4-C} . Очевидно кут β_4 може бути отриманий, якщо відомий дирекційний кут лінії 4- C , який, в свою чергу, визначається координатами початку і кінця лінії.

Табличне значення дирекційного кута сторони 4- C визначають по формулі:

$$\operatorname{tg} \alpha_{4-C}^T = \frac{Y_C - Y_4}{X_C - X_4} = \frac{\Delta Y_{C-4}}{\Delta X_{C-4}}.$$

Наприклад,

$$\operatorname{tg} \alpha_{4-C}^T = \frac{Y_C - Y_4}{X_C - X_4} = \frac{\Delta Y_{C-4}}{\Delta X_{C-4}} = \frac{1500,000 - 1428,846}{1020,000 - 1178,090} = \frac{71,154}{-158,090} = 0,450085$$

$$\alpha_{4-C}^T = 24^{\circ}13'55''$$

Використовуючи дані про значення знаків приростів координат (табл. 4.3) обчислюють дирекційний кут α_{4-C} .

Для нашого приклада табличний кут знаходиться в II чверті, тому

$$\alpha_{4-C} = 180^{\circ} - \alpha_{4-C}^T = 180^{\circ} - 24^{\circ}13'55'' = 155^{\circ}46'05''$$

Лівий по ходу горизонтальний кут β_4 необхідний для завдання напряму квершлягу, обчислюють виходячи з конкретної схеми розташування гірничих виробок, користуючись формулою

$$\beta_n = \alpha_{i+1} - \alpha_i \pm 180^{\circ} .$$

Наприклад,

$$\beta_4 = \alpha_{4-C} - \alpha_{3-4} = 155^{\circ}46'05'' - 85^{\circ}59'40'' \pm 180^{\circ} = 249^{\circ}46'25''$$

Довжина збіжки знаходиться за формулами:

$$l_{4-C} = \frac{\Delta X_{C-4}}{\cos \alpha_{4-C}} = \frac{\Delta Y_{C-4}}{\sin \alpha_{4-C}} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Наприклад,

$$l_{4-C} = \frac{-158,090}{\cos 155^{\circ}46'05''} = 173,365 \text{ м}$$

$$l_{4-C} = \frac{71,154}{\sin 155^{\circ}46'05''} = 173,364 \text{ м}$$

$$l_{4-C} = \sqrt{(-158,090)^2 + 71,154^2} = 173,365 \text{ м.}$$

5.3.4. Визначення посування 25 відкатного штреку

Визначення посування підготовчих вироблень проводиться для обліку об'єму виконаних робіт і для оплати труда прохідницьких бригад.

Посування (проходження) будь-якого вироблення за місяць визначається за результатами маркшейдерських вимірів з вираження

$$d = L_K - L_H$$

де L_K , L_H – відстань від одного і того ж пункту теодолітного ходу до забою вироблення по кріпці на кінець і початок місяця, що розглядається.

Якщо виміри на кінець попереднього і даного місяців зроблені від різних пунктів теодолітного ходу, то необхідно врахувати відстань між ними. Так, посування лави № 25 (рис 5.1) по вентиляційному штреку за лютого поточного року визначається різницею відстаней від пункту 22 до грудей забою за станом на 1-е березня і 1-е лютого, т.ч. з вираження

$$d_{II} = (l_{22-23} + S_3) - S_1$$

У роботі необхідно визначити посування 25 відкатного штреку роздільно за січень і лютого поточного року.

Наприклад для нашого випадку:

– за січень: $d_I = 60,4 + S_2 - 59,3 = 60,4 + 15,1 - 59,3 = 16,2 \text{ м.}$

– за лютий:

$$\begin{aligned} d_{II} &= l_{2-3} + l_{3-4} + 48,6 - 68,2 - S_2 = \\ &= 58,007 + 61,105 + 48,6 - 68,2 - 15,1 = 84,412 \text{ м.} \end{aligned}$$

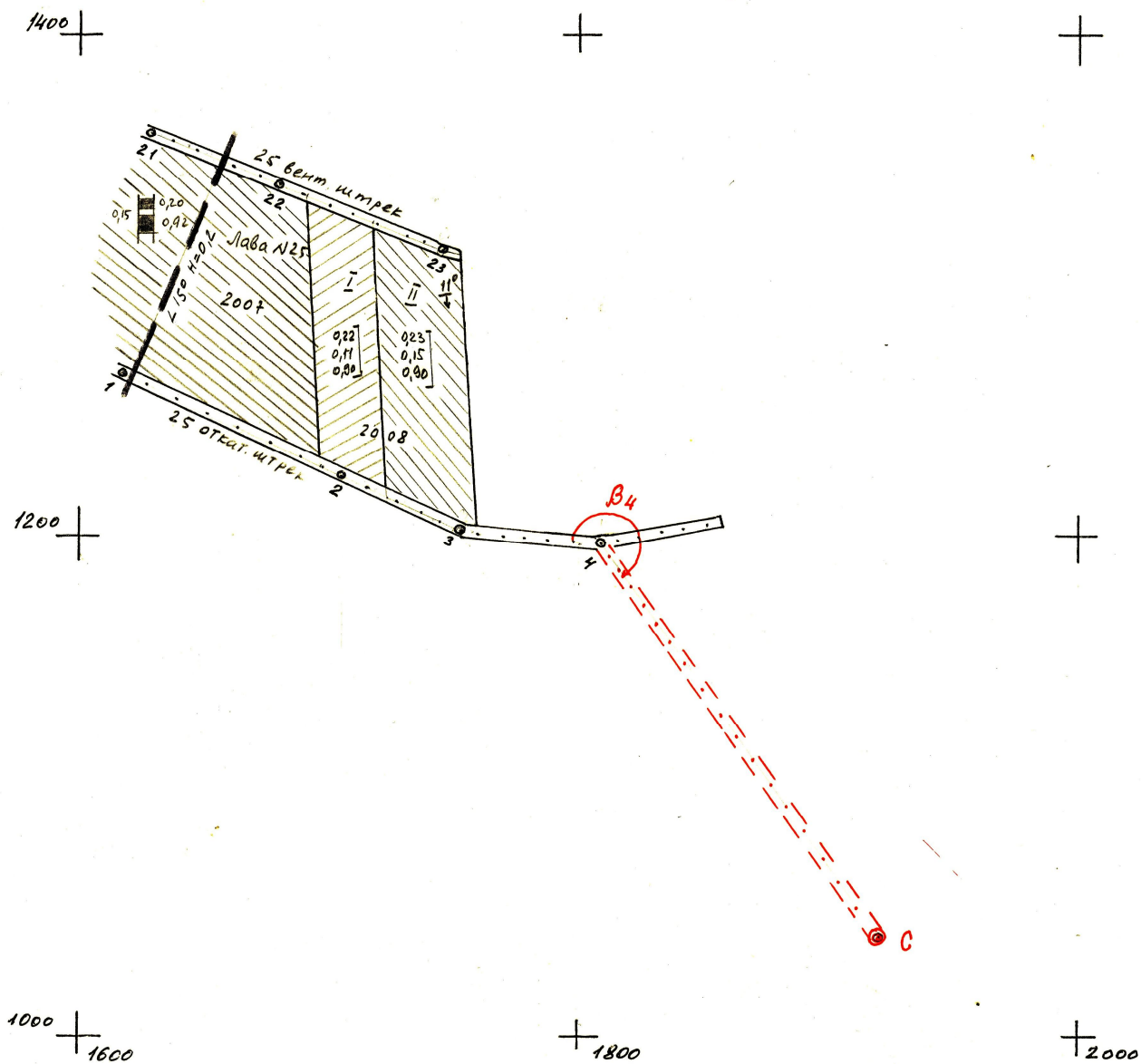


Рис. 5.3 – Приклад поповненого плану гірничих виробок

Таблиця 5.2 - Обчислення координат пунктів теодолітного ходу

Номер пункту	Горизонт тальні кути	Горизонт тальні довжини, м	Дирекційні кути	cos α	sin α	Прирости координат, м		Координати пунктів, м	
						ΔX	ΔY	X	Y
25 вентиляційний штрек									
21								1288,147	1237,009
		54,3	77°23'30"	0,218285	0,975885	11,853	52,991		
22	171°21'40"							1300,000	1290,000
		75,800	68°45'10"	0,362393	0,932025	27,469	70,648		
23								1327,469	1360,648
25 відкатний штрек									
1								1128,848	1221,564
		95,8	77°14'40"	0,220792	0,975321	21,152	93,436		
2	168°30'30"							1150,000	1315,000
		58,007	65°45'10"	0,410675	0,911782	23,822	52,890		
3	200°14'30"							1173,822	1367,890
		61,105	85°59'40"	0,069853	0,997557	4,268	60,956		
4								1178,090	1428,846

ПОБУДОВА ПЛАНУ ОСІ СКРИВЛЕНОЇ СВЕРДЛОВИНИ Й ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ТОЧКИ ЗУСТРІЧІ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТУ

Ціль роботи – навчити студентів технічно грамотно визначати положення вибою розвідницької свердловини.

6.1. Зміст завдання

У точці А земній поверхні пробурена розвідницька свердловина, що зустріла вугільний пласт у точці С (рис. 6.1).

Координати X_0, Y_0, Z_0 устя свердловини визначені маркшейдерською зйомкою. Крім того, зроблена інклінометрична зйомка свердловини й на глибинах H від устя визначені кути відхилення θ осі свердловини від вертикалі й дирекційні кути осі свердловини.

Необхідно побудувати план осі свердловини й визначити координати X_c, Y_c, Z_c точки зустрічі вугільного пласту.

6.2. Вихідні дані

Необхідні для виконання роботи вихідні величини наведені в табл. 6.1. і 6.2. У примітках до таблиць зазначені правила вибору величин з урахуванням номера варіанта.

Обрані по варіанту вихідні дані слід занести в графи 1-4 табл. 6.3.

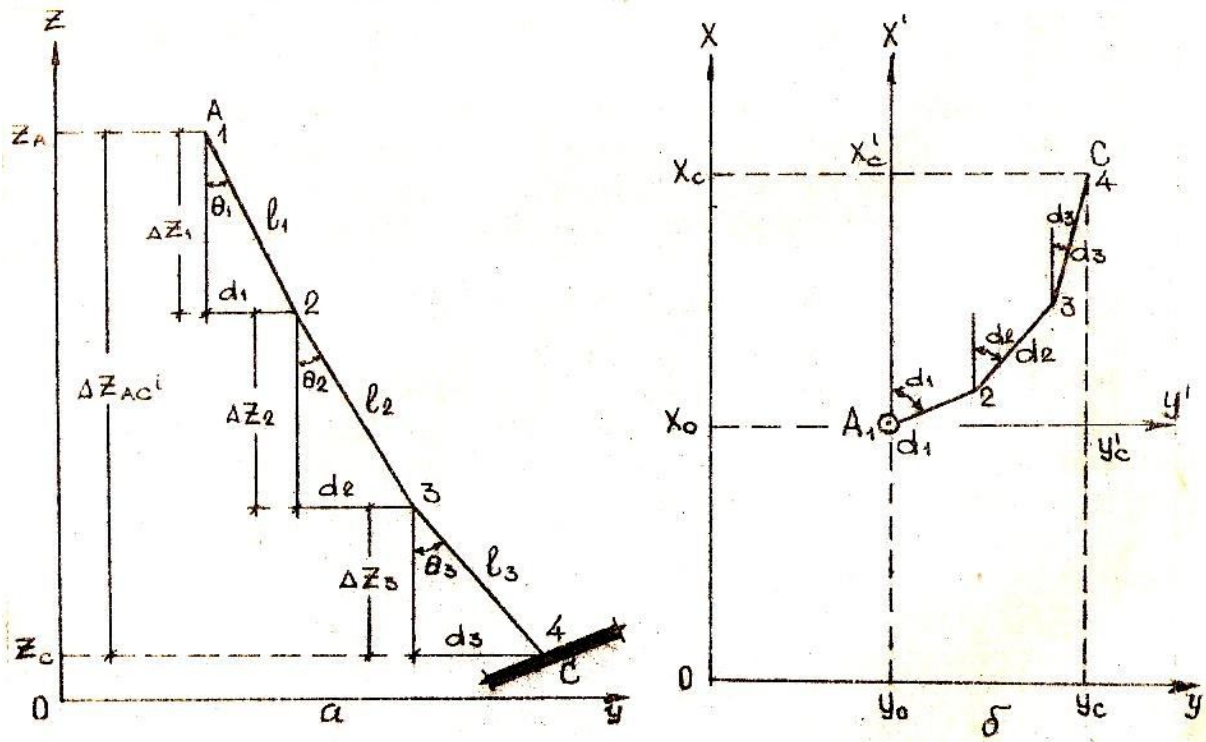


Рис. 6.1 - Проекція осі свердловини:
а) – на розгорнуту вертикальну площину;
б) – на горизонтальну площину.

Таблиця 6.1 – Координати усть свердловини, м

Перша цифра номера варіанта	Друга цифра номера варіанта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсциси X_0										
0	1530,6	1612,4	2135,4	1430,4	3210,6	1157,1	1910,3	2456,8	3245,7	2510,5
1	1725,7	1684,6	2192,6	1510,6	3525,7	2120,6	2325,6	1974,7	3537,6	1877,4
2	1454,9	1732,8	2236,4	1715,2	3334,8	1890,4	2640,7	2345,6	4230,7	3212,3
3	1320,7	1810,6	2347,8	2510,0	1420,6	1936,8	1784,4	2547,6	2320,1	2827,4
4	1415,6	1614,9	1914,9	2550,6	2155,7	2134,5	2345,5	2665,8	1870,4	3035,6
Ординати Y_0										
0	3610,5	2125,8	1916,5	4127,6	2327,6	1926,2	2135,0	1254,5	2986,4	1910,4
1	2125,6	1982,9	2620,4	3425,4	1725,4	2346,5	3246,5	1833,7	1747,5	2625,6
2	1915,4	2562,7	3453,7	1826,7	3125,4	3345,7	1700,5	2452,4	3125,9	1716,3
3	1810,6	2941,4	1824,6	2124,5	4726,4	1726,4	2346,5	3155,7	4075,6	2938,4
4	2325,7	3154,6	2125,4	4336,7	3128,4	2625,4	4125,6	4186,1	2525,6	1451,6
Висотні відмітки Z_0										
0	210,4	177,1	188,8	222,0	174,6	160,5	237,5	185,6	239,5	183,9
1	200,1	171,4	182,2	220,5	161,8	150,0	230,1	176,4	229,8	176,3
2	236,7	250,2	246,5	254,4	230,4	193,4	212,6	212,7	189,6	218,6
3	184,4	197,0	160,4	190,7	184,5	215,6	194,7	238,1	205,7	229,5
4	194,5	230,4	244,6	220,4	190,7	180,4	170,4	181,6	177,4	197,7

Примітка. Значення координат X_0 , Y_0 , Z_0 вибираються на перетинанні рядка, відповідній до першої цифри номера варіанта, із графою, відповідної до другої цифри варіанта. Наприклад для варіанта №49
 $X_0=3035,6$ м; $Y_0=1451,6$ м; $Z_0=197,7$ м.

Таблиця 6.2 – Глибини виміру елементів скривлення свердловини H и значення кутів відхилень від вертикалі Θ і дирекційних кутів α осі свердловини

Номер точки виміру відхилень	Н, м Θ , град α , град	Номера варіантів				
		00-09	10-19	20-29	30-39	40-49
1 (т. А)	Н	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Θ	03°30'	04°30'	02°30'	03°30'	07°30'
	α	12°30'	353°30'	184°00'	178°00'	103°00'
2	Н	100,0	110,0	80,0	90,0	120,0
	Θ	13°00'	15°30'	05°00'	06°00'	11°00'
	α	18°30'	342°00'	195°00'	171°30'	125°00'
3	Н	210,0	200,0	190,0	200,0	210,0
	Θ	22°30'	20°30'	15°30'	16°00'	17°30'
	α	27°30'	311°00'	208°00'	147°00'	145°00'
4	Н	310,0	300,0	300,0	310,0	320,0
	Θ	32°30'	26°00'	19°30'	23°30'	23°00'
	α	43°00'	280°00'	229°30'	127°30'	164°00'
5 (т. 3)	Н	360,0	270,0	390,0	400,0	410,0
	Θ	37°30'	33°00'	27°00'	29°00'	28°00'
	α	54°00'	268°30'	240°00'	119°30'	185°00'

Примітка. Наведені в таблиці значення кутів α збільшити на $20n$ градусів (де n – друга цифра номера варіанта). Якщо при цьому значення виявиться більш 360° , то необхідно відняти 360° (повну окружність). Наприклад, для варіанта 09
 $\alpha = 18^\circ 30' + 20 \cdot 9 = 198^\circ 30'$.

6.3. Методика виконання роботи

У процесі буріння розвідницької свердловини під впливом неоднорідності нашарувань гірських порід і інших фізико-механічних факторів перетерплюють істотні скривлення. Тому виникає необхідність визначення положення осі свердловини на будь-якому обрії. Тільки з обліком цього можна будувати різні гірничо-геологічні графіки й вирішувати ті або інші виробничі завдання.

Таблиця 6.3 – Координати устя й елементи відхилення осі свердловини (зразок формуляра)

$$X_0 = 1770,6 \text{ м}; Y_0 = 1540,4 \text{ м}; Z_0 = 188,4 \text{ м}.$$

Обмірювані елементи відхилень осі свердловини				Середні значення відхилень на інтервалі між точками вимірів		
Номер точки вимірів	Глибина Н, м	Елементи відхилень		Довжина інтервалу l , м	Відхилення	
		Θ	α		$\Theta_{\text{ср}}$	$\alpha_{\text{ср}}$
1 (т. А)	0,0	02°30'	340°30'			
				100,0	03°45'	330°15'
2	100,0	05°00'	320°00'			
			
			

Вісь свердловини являє собою просторову криву, але оскільки при інклінометричній зйомці елементи відхилень Θ , α вимірюються лише в окремих точках, то для поставленого

завдання її заміняють ламаною лінією. Якщо через кожен сторону ламаної лінії провести вертикальні площини й послідовно розгорнути їх на одну загальну площину, то одержимо вісь свердловини в проекції на розгорнуту вертикальну площину (рис. 6.1, а). Проекція ламаної лінії на горизонтальну площину дає план осі свердловини (рис. 6.1, б).

Заміна фактичної осі свердловини ламаною лінією може бути зроблено одним із трьох способів.

1. Обмірювані кути θ і α розподіляються на весь інтервал до наступної точки виміру.
2. Обмірювані кути θ , α поширюються на половину інтервалів нагору й униз від точки виміру.
3. Беруться середні значення кутів θ_{cp} , α_{cp} із двох суміжних вимірів і поширюються на весь інтервал між точками вимірів.

У даній роботі слід використовувати третій спосіб. При цьому розрахунки й побудови виконуються в такій послідовності.

1. Обчислюють довжини інтервалів l між точками вимірів і середні значення кутів θ_{cp} і α_{cp} із двох суміжних точок вимірів.

Стосовно до позначень рис. 6.1.

$$l_i = H_{i+1} - H_i \quad (6.1)$$

$$\theta_{cp} = 0,5(\theta_{i+1} + \theta_i); \quad \alpha_{cp} = 0,5(\alpha_{i+1} + \alpha_i), \quad (6.2)$$

де i – порядкові номери інтервалів і точок вимірів.

Обчислення роблять у графах 5-7 табл. 6.3.

2. Відкладаючи послідовно обчислені значення θ_{cp} і l , будують вісь свердловини в проекції на розгорнуту вертикальну площину (рис. 6.1, а). Масштаб побудови 1:2000. По кресленню вимірюють перевищення ΔZ_{AC} і довжини горизонтальних проекцій d сторін ламаної лінії.

3. Точку устя свердловини (т. А) ухвалюють за початок умовної системи координат X' , Y' і по обчисленим дирекційним кутам α_{cp} і довжинам d будують (у тому ж масштабі 1:2000) план осі свердловини у вигляді ламаної лінії (рис. 6.1, б).

За побудованим планом вимірюють умовні координати X_c , Y_c точки зустрічі свердловини з вугільним пластом. По суті, вони є збільшеннями координат по осі свердловини на ділянці АС.

4. Обчислюють дійсні координати точки С.

$$X_C = X_0 + X_C'; \quad Y_C = Y_0 + Y_C'; \quad Z_C = Z_0 - |\Delta Z_{AC}| \quad (6.3)$$

Графічні побудови можуть бути замінені аналітичними розрахунками.

$$\begin{aligned} X_C &= X_0 + \sum_1^n (l * \sin \theta_{cp} * \cos \alpha_{cp}); \\ Y_C &= Y_0 + \sum_1^n (l * \sin \theta_{cp} * \sin \alpha_{cp}); \\ Z_C &= Z_0 - \sum_1^n |l * \cos \theta_{cp}|. \end{aligned} \quad (6.4)$$

У роботі координати точки перетинання свердловини із шаром досить визначити тільки графічним способом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 7

ПОБУДОВА ЗОН ПІДВИЩЕНОГО ГІРНИЧОГО ТИСКУ ПРИ РОЗРОБЦІ СВИТИ ВИКИДОНЕБЕЗПЕЧНИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

Мета роботи - навчити студента технічно грамотно проводити розрахунок і побудову зон підвищеного гірського тиску (зон ПГТ) від крайових частин і ціликів, залишених на сусідніх пластах.

7.1. Початкові дані

На одній з шахт Донецького басейну відпрацьовуються вугільні пласти K_3, K_2, K_1 потужністю m_1, m_2, m_3 на горизонт 600 м в низхідному порядку (рис 7.1). Вертикальна висота поверху 150 м. Вище за горизонт 450 м пласти відпрацьовані без залишення ціликів. Під відкаточним штреком пласта K_3 нижче за горизонт 450 м залишені ціликів шириною $L = 20$ м.

Кут падіння пластів (α). Нормальні відстані між пластами K_3, K_2, K_1 рівні N_1 і N_2 .

Необхідно побудувати на розрізі вхрест простягання кордону зон ПГТ на пластах K_2 і K_1 від ціликів і крайових частин.

Числові значення буквених позначень приведені в табл. 7.1. Масштаб побудови, що рекомендується 1:2000.

7.2. Методика виконання роботи

Однією з найважливіших заходів боротьби з викидами вугілля і газу є випереджальна розробка захисних пластів. Механізм захисної дії випереджальної розробки полягає в зниженні гірничого і газового тиску, збільшенні газопроникності шляхом розвантаження і дегазації над- і підроблених пластів вугілля і породи.

У той же час, залишені на раніше відпрацьованому пласті ціликів вугілля і крайові частини пласта, створюють в над- і підроблених пластах зони підвищеного гірничого тиску (зони ПГТ), які є дільницями підвищеної небезпеки по раптових викидах вугілля і газу, гірничих ударах і інших газодинамічних явищах. У зонах ПГТ ліквідується або знижується ефект захисної дії випереджального відроблення захисних пластів. Особливу небезпеку представляють дільниці накладення зон ПГТ від двох і більше за ціликів або крайові частини пластів.

Своєчасна побудова і відображення на планах гірничих вироблень кордонів зон ПГТ має величезне значення для забезпечення безпечного ведення гірничих робіт.

Побудова кордонів зон ПГТ від крайових частин пласта

Побудова кордонів зон ПГТ виконують згідно [7].

Таблиця 7.1 - Початкові дані для побудови зон підвищеного гірничого тиску

Номер варіанту	α град	N_1 м	N_2 м	Номер варіанту	α град	N_1 м	N_2 м	m_3 м	m_3 м	m_3 м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	45	30	40	26	55	40	30	1,5	1,8	1,0
2	50	40	35	27	60	50	25	1,4	1,7	1,2
3	60	50	20	28	65	30	30	1,2	1,6	1,3

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4	65	35	30	29	50	40	40	1.3	1.3	1.7
5	45	45	25	30	55	50	30	1.7	1.4	1.6
6	50	55	40	31	65	65	50	1.8	1.5	1.5
7	60	25	45	32	50	45	40	1.0	1.9	1.4
8	45	40	25	33	45	50	30	1.2	1.7	1.3
9	65	30	35	34	55	35	50	1.5	1.5	1.2
10	50	45	20	35	60	50	40	1.6	1.4	1.7
11	55	30	30	36	65	40	30	1.3	1.8	2.0
12	60	35	40	37	55	45	25	1.2	1.9	1.9
13	45	50	20	38	50	55	35	1.7	1.4	1.8
14	50	25	35	39	60	35	50	1.1	1.7	1.0
15	55	40	25	40	65	45	40	1.4	1.3	1.4
16	60	35	30	41	50	50	25	1.2	1.8	1.6
17	65	30	40	42	55	40	30	1.0	2.0	1.3
18	45	25	50	43	50	35	55	1.1	2.2	1.8
19	50	40	30	44	60	50	35	1.4	1.7	1.4
20	55	30	40	45	65	40	50	1.5	1.9	1.2
21	60	35	30	46	55	55	35	2.0	1.4	1.0
22	65	40	25	47	50	35	45	1.9	1.6	1.4
23	45	45	30	48	55	50	25	2.1	1.9	1.0
24	50	30	40	49	60	40	30	1.8	1.4	1.3
25	55	25	45	50	65	45	40	1.4	1.8	1.2

По номограмі (рис 7.2) визначають ширину зони опорного тиску i в залежності від глибини розробки H і потужності пласта, що виймається, на якому залишена крайова частина. Крайовою частиною пласта називають ділянку невідпрацьованого вугільного пласта, найменший розмір якого перевищує $2l$.

Розміри зон ПГТ в покрівлю d_1 і ґрунт d_2 крайової частини пласта визначають по таблиці 7.2 в залежності від розмірів виробленого простору a і глибини розробки H . Кути захисту δ_1 , δ_2 , δ_3 визначають по таблиці 7.3 в залежності від кута падіння пласта.

Таблиця 7.2 - Розміри зон ПГТ в покрівлю d_1 і ґрунт d_2 крайової частини пласта

Глибина розробки H , м	Значення d_1 , м					значення d_1 , м				
	Розмір a , м					розмір a , м				
	100	125	150	200	250	100	125	150	200	250
300	92	98	105	110	115	80	92	104	108	110
400	105	113	120	122	125	93	105	115	118	120
500	11	125	130	132	135	105	115	125	128	130
600	120	130	135	138	140	117	127	135	138	140
800	135	145	150	155	157	125	133	140	145	146
1000	145	155	160	165	168	132	140	148	150	153
1200	155	165	173	177	180	140	148	155	158	160

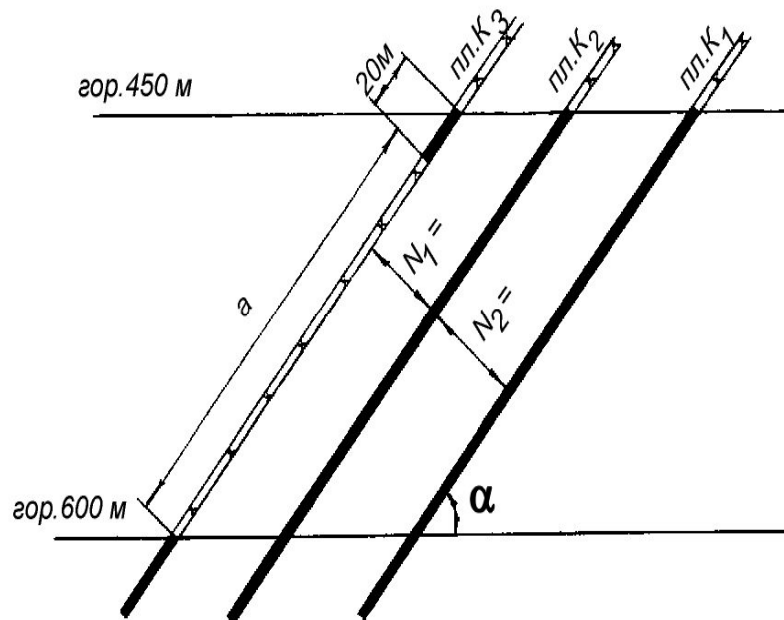


Рис 7.1 - Вихідні дані для побудови зон ПГТ від цілика та крайових частин пластів на розрізі вхрет простягання

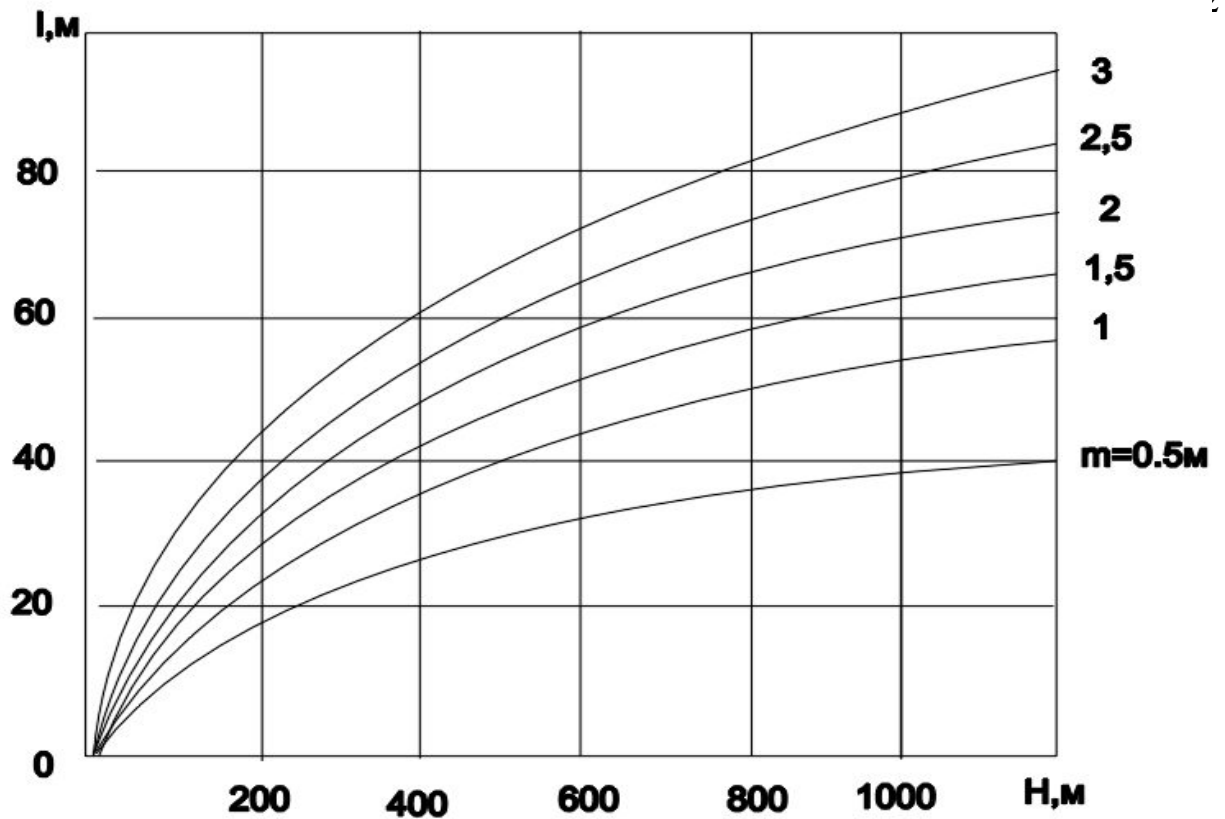


Рис. 7.2 - Номограма для визначення ширини l зони опорного тиску

Примітка. При $a < 100$ м величини d_1 і d_2 приймають рівними значенням d_1 і d_1 для $a = 100$ м, при $a > 250$ м величини d_1 і d_2 приймають рівними значенням d_1 і d_2 для $a = 250$ м..

Таблиця 7.3 - Кут захисту δ_i , град

Кут падіння α , градус	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	Кут падіння α , градус	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	80	80	75	75	50	70	90	80	70
10	77	83	75	75	60	72	90	80	70
20	73	87	75	75	70	72	90	80	72
30	69	90	77	70	80	73	90	78	75
40	65	90	80	70	90	75	80	75	80

Побудова кордонів зон ПГТ від крайових частин пласта на розрізі вхрест простягання виконують згідно з рис. 7.3,а. При побудові кордонів зон ПГТ від крайових частин пласта необхідно враховувати, що кути захисту δ_1 і δ_3 відповідають нижній межі лави, а кути захисту δ_2 , δ_4 на верхній межі лави. На розрізі по простягання (рис. 7.3, б) кути захисту в покрівлю пласта, на якому залишений крайова частина, приймаються рівними $\delta_1 = \delta_2 = 80^\circ$, а кути захисту в ґрунт пласта $\delta_3 = \delta_4 = 75^\circ$.

Для побудови зон ПГТ від крайових частин пластів K_2 і K_1 горизонти 450 м (рис. 7.1) визначають по номограмі (рис 7.2) шляхом інтерполяції ширину зон опорного тиску l_{K2} і l_{K1} для пластів K_2 і K_1 потужністю m_2 і m_1 при $H = 450$ м. Ширину зони опорного тиску l_{K3} для побудови зони ПГТ від крайової частини пласта K_3 горизонту 600 м визначають по номограмі при $H = 600$ м і потужності пласта m_3 .

Розміри зон ПГТ в ґрунт d_2 від крайової частини пласта K_2 і в покрівлю d_1 від крайової частини пласта K_1 горизонту 450 м визначають по таблиці 7.2. При цьому H приймається рівної 450 м, а розмір виробленого простору $a=250$ м, оскільки за умовою задачі пласти вище за горизонт 450 м відпрацьовані повністю без залишення ціликів, тобто $a>250$ м. Для крайової частини пласта K_3 горизонту 600 м розмір зони ПГТ d_2 в ґрунт пласта K_3 визначають по таблиці 7.2 при $H=600$ м і $a = 150 / \sin \alpha - 20$. Побудова зон ПГТ від крайових частин горизонту 450 м і горизонту 600 м для пластів K_2 і K_1 на розрізі вхрест простягання виконують, як показало на рис. 7.4. Побудова кордонів зон ПГТ від ціликів

Ціликом при побудові зон ПГТ називають частина невідпрацьованого вугільного пласта, найменший розмір якого L не перевищує $2l$ де l - ширина зони опорного тиску, що визначається по рис. 7.2. При побудові зон ПГТ обліку підлягають цілики, ширина яких перевищує величину $0.1l$.

Розміри зони ПГТ від ціликів в покрівлю d_1'' і ґрунт d_2'' розраховують множенням відповідних для крайової частини величин d_1 и d_2 на коефіцієнт K , що визначається по таблиці 7.4 в залежності від відношення ширини ціликів до ширини зони опорного тиску L / l .

$$d_1'' = K \cdot d_1 \quad d_2'' = K \cdot d_2$$

Таблиця 7.4 - Значення коефіцієнта K

L/l	±0.1	0.15	0.20	0.25	0.35	0.5	1.0	1.5	≥2.0
K	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.13	1.25	1.13	1.00

Побудова кордонів зон ПГТ від ціликів на розрізах вхрест простягання виконують згідно з рис. 7.3, а. При побудові зон ПГТ від ціликів необхідно враховувати, що кути захисту δ_1 і δ_3 відповідають нижньому кордону лави, а кути захисту δ_2 , δ_4 - верхньому кордону лави. На розрізах по простягання кути захисту приймаються рівними $\delta_1 = \delta_2 = 80^\circ$ і $\delta_3 = \delta_4 = 75^\circ$.

Для визначення розміру d_2'' зони ПГТ від ціликів пласта K_3 спочатку по номограмі на рис. 7.2 знаходять ширину зони опорного тиску l_{K3} на горизонті 450 м при $H = 450$ м і потужності пласта m_3 . Потім обчислюють відношення L / l ($L=20$ м) і по таблиці 7.4 визначають значення коефіцієнта K . Розмір d_2'' буде рівний, $d_2'' = K \cdot d_2$ де d_2 знаходять по таблиці 7.2 при $H = 450$ м і $a=250$ м. Побудова зони ПГТ від ціликів пласта K_3 на розрізі вхрест простягання виконують, як показано на рис. 7.4.

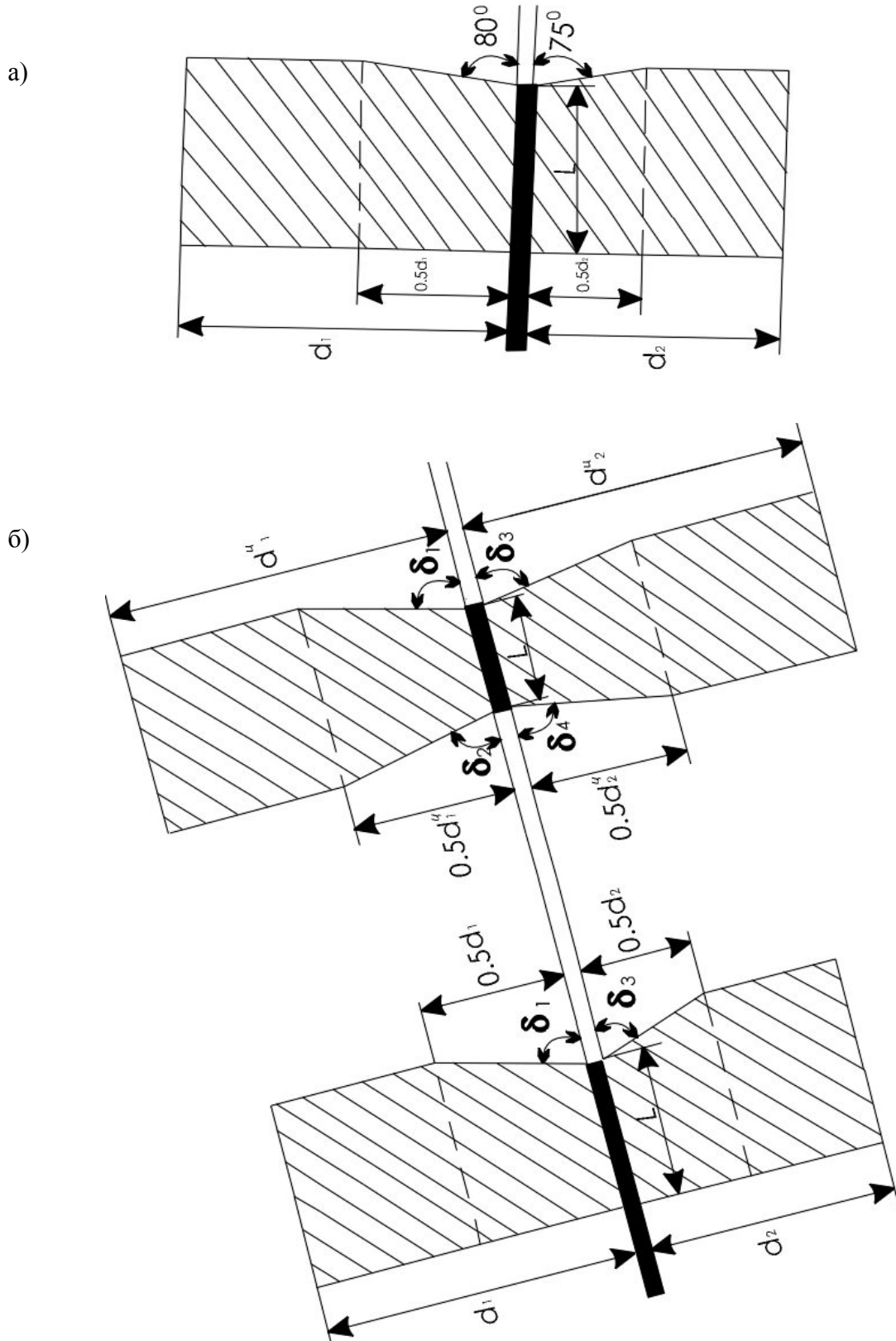
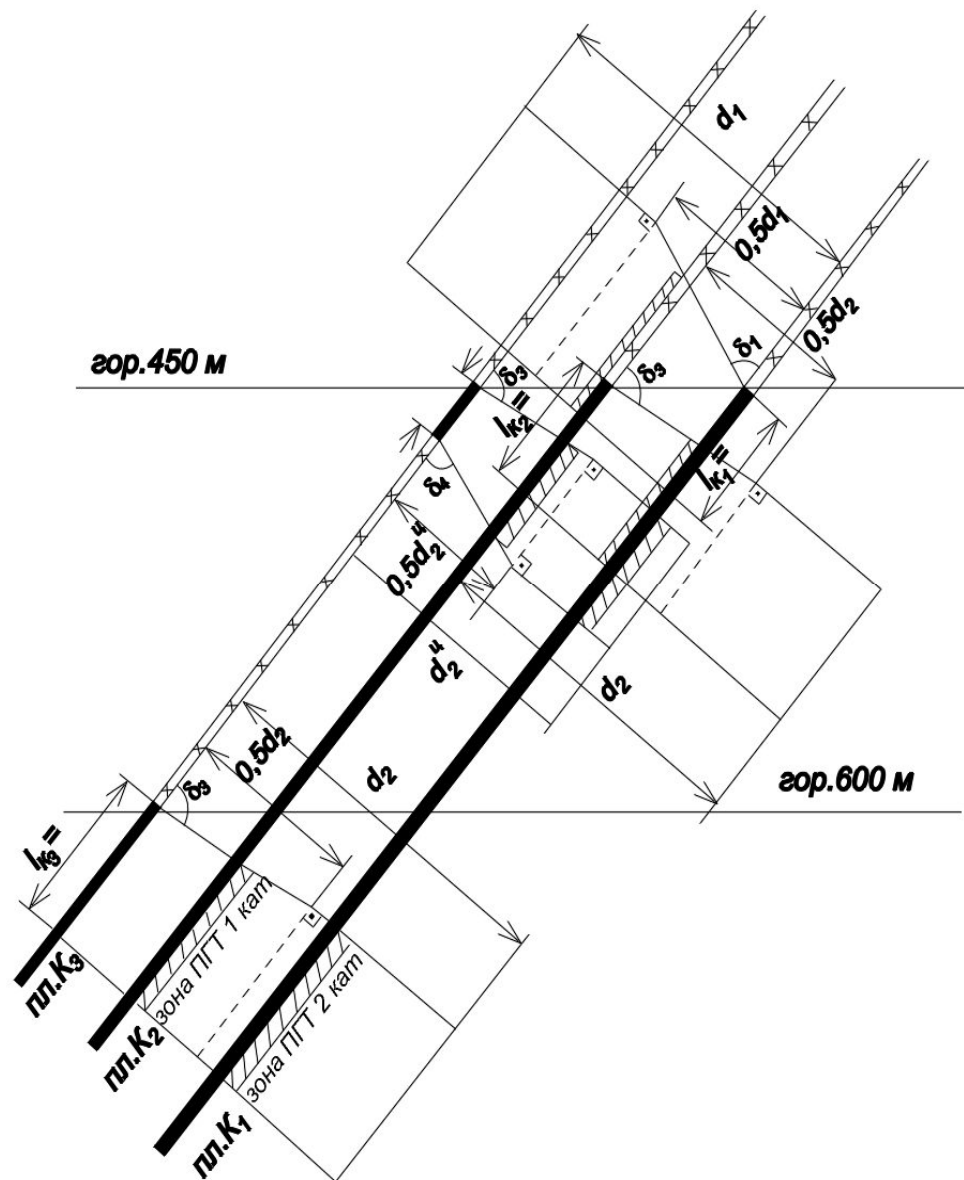


Рис. 7.3 - Схеми для побудови зон ПГТ:
 а-на розрізі вхрест простягання пластів
 б-на розрізі по простягання пластів



М 1:2000

Рис. 7.4 - Побудова зон ПГТ на розрізі вхрест простягання для пластів k_2 і k_1

7.3. Визначення категорії небезпеки зони ПГТ

Категорія небезпеки зон ПГТ встановлюється в залежності від потужності міжпластів (відстань по нормалі між впливаючим що і розробляється пластами) при підробітку h_1 , надробітку h_2 і розмірів зон ПГТ d_1 і d_2 від крайових частин або ціликів d_1^u і d_2^u .

До 1 категорії небезпеки відносяться ділянки зон ПГТ при переході надробітку кордонам очисних робіт при $10\text{ м} < h_1 \leq 0.5d_1(d_1^u)$ покрівлі і $10\text{ м} < h_2 \leq 0.5d_1(d_2^u)$ в ґрунті пласта, на якому залишені ціликів або крайові частини. Ділянки небезпечного пласта в зонах ПГТ ускладнені геологічними порушеннями, відносять до 1 категорії небезпеки незалежно від потужності міжпластів h_1 або h_2 . На ділянці зони ПГТ 1 категорії небезпеки застосовують

регіональні або локальні способи запобігання раптовим викидам відповідно до інструкції [7].

При $h_1(h_2) \leq 10$ м допускається ведення гірничих робіт в зонах ПГТ тільки із застосуванням механізованої виїмки вугілля без присутності людей в забої або в режимі сотрясательного висадження.

До 2 категорії небезпеки відносяться ділянки зон ПГТ при переході створів з кордонами очисних робіт при $0.5d_1(d_1^{II}) < h_1 \leq 0.8d_1(d_1^{II})$ і $0.5d_2(d_2^{II}) < h_2 \leq 0.8d_2(d_2^{II})$. Ділянки зон ПГТ від ціликів і крайових частин при $h_2 \leq 0.8d_2(d_2^{II})$ і $h_1 \leq 0.8d_1(d_1^{II})$. В зонах ПГТ 2 категорії небезпеки застосовують заходи щодо боротьби з викидами або ведуть прогноз викиднебезпечності згідно з інструкцією [7].

До 3 категорії небезпеки відносяться ділянки зон ПГТ $0.8d_1(d_1^{II}) < h_1 \leq d_1(d_1^{II})$ і $0.8d_2(d_2^{II}) < h_2 \leq d_2(d_2^{II})$. На ділянках зон ПГТ 3 категорії небезпеки допускається ведення поточного прогнозу, при виявленні небезпечних зон ділянку відносять до 2 категорії.

У разі накладення зон ПГТ від декількох крайових частин або ціликів сусідніх пластів на одну і ту ж ділянку пласта, що розглядається побудова зон ПГТ проводять окремо від крайової частини або ціликів.

У зонах ПГТ небезпека по раптових викидах відсутній, якщо небезпечний пласт надроботаний пластом, розташованим на відстані по нормалі що не перевищує $0.4 \cdot S_2$ (де S_2 - висота захищеної зони в ґрунт захисного пласта) або підроблений при потужності міжпластів що не перевищує $0.6 \cdot S_1$ (де S_1 - висота захищеної зони в покрівлю захисного пласта).

Найбільш небезпечними є зони ПГТ від створів кордонів очисних робіт сусідніх пластів (ціликів, крайових частин, зупинених очисних забоїв). Ведення гірничих робіт в зонах ПГТ при переході створів кордонів очисних робіт сусідніх пластів зустрічними і забоями, що доганяли не дозволяють. У виняткових випадках (зупинка очисного забою впливаючого пласта внаслідок виклінування останнього або наявності геологічного порушення, підхід до кордону шахтного поля, вимушене залишення ціликів) перехід гірничими роботами на небезпечному пласті створів сусідніх пластів допускається з дозволу технічного директора виробничого об'єднання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8

ПОБУДОВА НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО ПРОРИВУ ВОДИ ЗОН

8.1. Зміст завдання

На одній з вугільних шахт на пласті K_3 затоплена раніше відпрацьована лава (рис. 8.1). Розміри виробленого простору лави по простяганню $AG=200$ м і по падінню в площині пласта 250 м. Кут падіння пласта K_3 - α , виймається потужність - m_3 . Глибина від земної поверхні до верхнього кордону лави AG рівна H_6 .

Перед затопленням лава була знята теодолітною зйомкою. Сумарна протяжність теодолітних ходів до нижнього кордону лави складає l , м.

Потрібно побудувати кордони бар'єрних ціликів на пласті K_3 і кордони небезпечної по прориву води зони в нижчележащому пласті K_2 . Потужність пласта K_2 , що виймається рівна m_2 . Відстань по нормалі між пластами K_2 і K_3 рівно N . Числові значення буквених параметрів приведені в таблиці 8.1. Масштаб побудов, що рекомендується 1:5000.

Таблиця 8.1 - Початкові дані для побудови небезпечних зон по прориву води із затоплених гірських вироблень.

Номер варіанту	α , град.	H_6 , м	m_3 , м	m_2 , м	N , м	l , м
1	2	3	4	5	6	7
1	10	400	1,9	1,3	48	2100
2	11	450	1,8	1,4	45	2200
3	12	500	1,7	1,5	59	2300
4	13	550	1,6	2,3	70	2400
5	14	600	1,5	1,2	45	2500
6	15	650	1,4	2,1	79	2600
7	16	700	1,3	2,0	75	2700
8	17	750	1,2	2,2	76	2800
9	18	800	1,1	1,9	76	2900
10	19	850	1,0	1,8	70	3000
11	20	900	1,1	1,7	68	3100
12	21	960	1,2	1,6	60	3200
13	22	1000	1,3	1,5	69	3300
14	23	960	1,4	1,2	75	3400
15	24	860	1,5	2,3	70	3500
16	25	760	1,6	2,1	79	3600
17	26	660	1,7	1,3	47	3700
18	27	560	1,8	1,4	48	3800
19	28	460	1,9	1,5	59	3900
20	29	560	2,0	1,7	68	4000
21	30	660	1,9	1,6	60	3900
22	31	460	1,8	1,8	70	3800
23	32	440	1,7	1,9	76	3700
24	33	540	1,6	2,3	76	3600
25	34	640	1,5	2,0	75	3500

Продовження табл. 8.1

1	2	3	4	5	6	7
26	35	740	1,4	1,7	68	3400
27	36	840	1,3	1,5	59	3300
28	37	940	1,2	1,3	48	3200
29	38	400	1,2	1,4	45	3200
30	39	980	1,0	1,9	76	3000
31	40	880	1,1	2,1	79	2900
32	10	780	1,2	2,2	76	2800
33	15	680	1,3	2,3	78	2700
34	20	580	1,4	2,0	75	2600
35	25	480	1,5	1,9	75	2500
36	28	400	1,6	1,7	68	2400
37	30	420	1,7	1,3	50	2300
38	35	470	1,8	1,8	70	2200
39	12	490	1,9	1,6	60	2100
40	14	520	1,0	1,7	68	2000
41	18	670	1,9	1,9	75	2100
42	23	720	1,8	1,4	48	2200
43	25	870	1,7	1,5	59	2300
44	27	920	1,6	1,6	60	2400
45	32	1000	1,5	2,1	79	2500
46	35	980	1,4	2,3	78	2600
47	37	930	1,3	2,3	75	2700
48	39	880	1,2	1,3	48	2800
49	22	730	1,1	1,5	59	2900
50	21	680	1,0	1,6	60	3000

8.2 Основні положення

1. Раптові прориви води із затоплених гірських вироблень приводять до великих аварій на шахтах і загибелі людей. Для запобігання раптовому прориву води гірські роботи на відстані менше за 200 м від затоплених вироблень, розташованих в межах шахтного поля і поза його кордонами, повинні виготовлятися у відповідності із затвердженим проектом безпечного ведення гірничих і бурових робіт.

2. У пласті з достовірним контуром затоплених вироблень небезпечною зоною по прориву води є зона бар'єрних ціликів. Контур затоплених вироблень вважається достовірним, якщо вироблення були зняті до затоплення і є поповнені перед затопленням плани гірничих вироблень і журнали обчислення координат. Ширина бар'єрних ціликів на пластах потужністю до 3,5 м з кутами падіння $\alpha \leq 30$ розраховується відповідно до "Інструкції по безпечному веденню гірських робіт у затоплених вироблень" по формулі:

$$d = 5m + 0.05H + 0.001 \cdot l$$

де d - ширина ціликів, м;

m - потужність пласта, що виймається, м;

H - глибина від земної поверхні до кордону затоплення виробок, м;

l - сумарна протяжність теодолітних ходів, що використовуються для визначення контуру затоплення виробок, м.

Якщо по формулі величина d вийде меншою 20 м, то її потрібно приймати рівної 20

м.

Ширина бар'єрних ціликів при $\alpha > 30^\circ$ приймається рівної:

а) $d+20$ м - для бар'єрних ціликів, довгастих по простяганню, при α від 45 до 70°, при $\alpha > 70^\circ$ бар'єрні цілики не залишаються і повинен проводитися спуск води із затоплених виробок по спеціальному проекту з подальшим розкриттям їх гірничими виробітками;

б) $d + 10$ м - для бар'єрних ціликів, довгастих по падінню при α від 45 до 90°;

в) при α від 30 до 45° ширина бар'єрних ціликів визначається інтерполяцією між значеннями, розрахованими при $\alpha \leq 30^\circ$ и $\alpha > 45^\circ$.

3. У пласті з недостовірним контуром затоплених виробок встановлюється кордон безпечного ведення гірничих робіт (ГБВР). Відстань від передбачуваного контуру затоплених виробок до ГБВР приймається із запасом більше ширини бар'єрних ціликів d , розрахованої згідно п.2, і враховує можливу неповноту і погрішність відображення контуру затоплених вироблень на плані гірничих виробок.

4. У пластах, що залягають під і над пластом із затопленими виробітками, небезпечними по прориву води є зони запобіжних ціликів.

5. У пласті, що залягає під пластом із затопленими виробітками, встановлюється небезпечна зона для ведення очисних робіт, якщо фактична відстань N по нормалі до них менше за N_5 , що визначається в залежності від цінності нижлежачого пласта і складу порід міжпластів. При потужності нижлежачого пласта $m < 2$ м безпечна відстань N_5 незалежно від складу порід міжпластів можна прийняти рівним

$$N_5 = 40 \cdot m$$

де m - потужність нижлежачого пласта, що виймається.

6. Побудова кордонів запобіжних ціликів в нижчележачих пласті на вертикальному розрізі вхрест простягання проводиться від кордонів площі, що охороняється по кутах розриву β'' і γ'' , а на вертикальних розрізах - по простяганню по куту розриву δ'' .

У площу, що охороняється включається небезпечна зона по пласту із затопленими виробками (площа, обмежена кордоном бар'єрних ціликів або кордоном безпечного ведення гірських робіт - ГБВР).

Кутами розривів називаються зовнішні відносно виробленого простору кути, утворені на вертикальних розрізах горизонтальними лініями і лініями, що з'єднують кордон виробки з найближчою до кордону мульди зрушення тріщиною.

Значення кутів розривів γ'' , β'' , δ'' знаходяться за "Правилами охорони споруд і природних об'єктів від шкідливого впливу підземних гірничих розробок на вугільних родовищах".

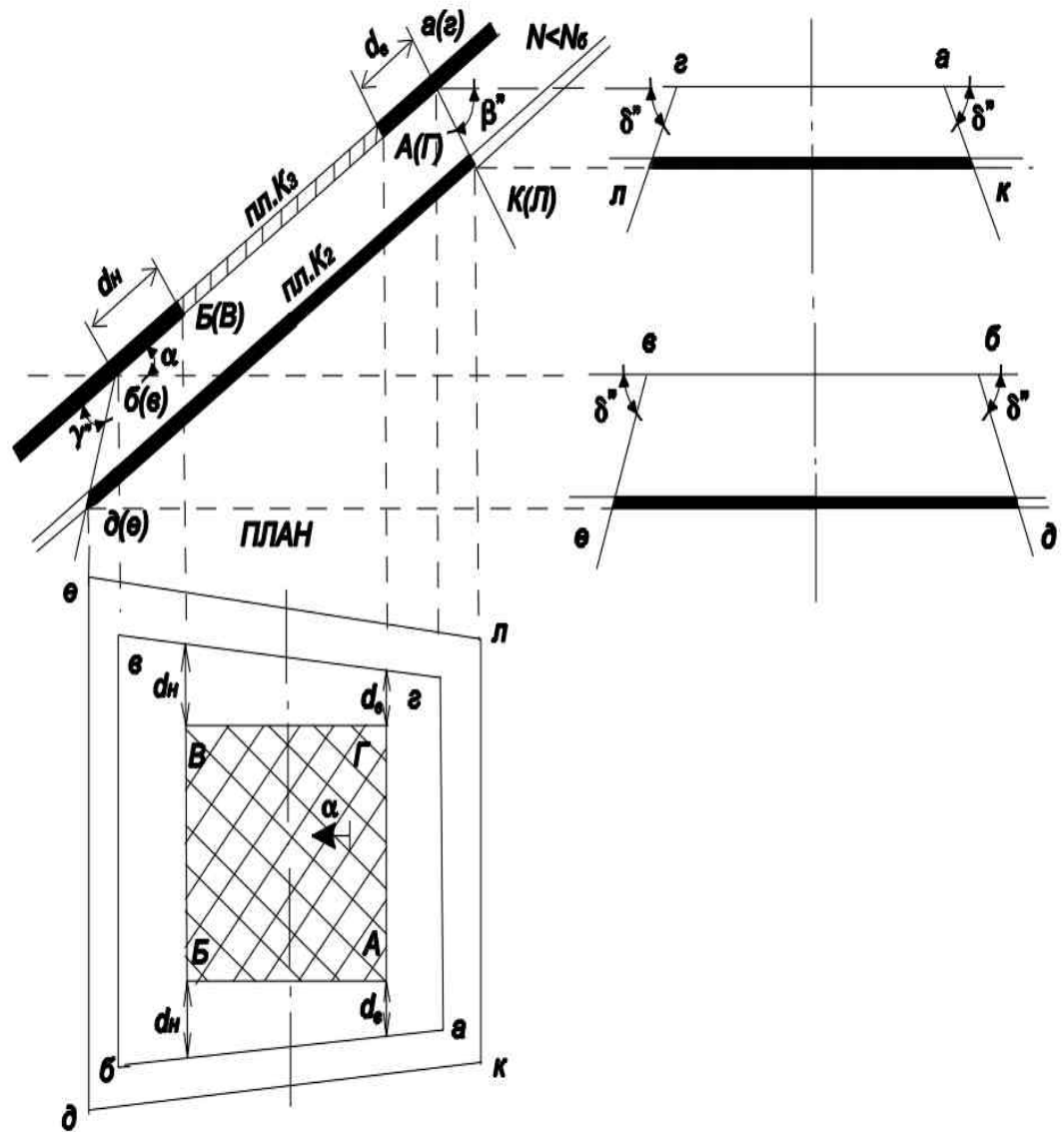


Рис. 8.1 - Побудова небезпечних за проривом води зон

8.3. Методика виконання роботи

Побудова небезпечних по прориву води зон виконується з використанням планів гірничих виробок і розрізів. При виконанні даної роботи графічний матеріал підготовлюється студентом за умовою задачі.

1. Будують вертикальний розріз вхрест простягання по заданих значеннях кута падіння пластів α і потужність міжпластів N в масштабі 1:5000. На розрізі наносять кордони затопленої лави по заданому розміру виробленого простору по падінню в площині пласта K_3 , рівну 250 м.

2. Будують на плані контур затопленої лави АБВГ.

3. Згідно з пунктом 2 розраховують ширину бар'єрних ціликів у верхнього кордону затопленої лави.

Для визначення ширини бар'єрних ціликів d_n у нижнього кордону затопленої лави спочатку визначають глибину H_n до нижнього кордону затопленої лави по формулі:

$$H_H = H_B + 250m \cdot \sin \alpha$$

4. По значеннях d_B і d_H будують кордони бар'єрних ціликів на вертикальному розрізі вхрест простягання і на плані (рис. 8.1).

5. Побудова небезпечної зони в нижчележащих пласті проводиться при $N < N_\delta$. Значення N_δ визначається по формулі:

$$N_\delta = 40 \cdot m$$

При побудові небезпечної зони (запобіжних ціликів) в нижчележащому пласті K_2 прийняти значення кутів розривів, рівними

$$\beta'' = 77^\circ - 0.6 \cdot \alpha$$

$$\gamma'' = 77^\circ$$

$$\delta'' = 77^\circ$$

6. Відкладають значення кутів розривів від кордонів бар'єрних ціликів на вертикальних розрізах вхрест простягання і по простяганню і будують кордони запобіжних ціликів *лкде* на плані по пласту K_2 (рис. 8.1)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ЩО РЕКОМЕНДУЄТЬСЯ

1. Борщ-Компонієц В.И. Геодезія. Маркшедерська справа. - М.: Надра, 1989. - 512 с.
2. Федоров Б.Д., Коробченко Ю.В. Основи геодезії і маркшедерської справи. - М.: Надра, 1965. - 255 с.
3. Оглоблин Д.Н., Герасименко м. І., Акимов А.Г. і інш. Маркшедерська справа. - М.: Надра, 1981. - 704 с.
4. Синанян Р.Р. Маркшедерська справа. - М.: Надра, 1988. - 312 с
5. Інструкція по провадженню маркшедерських робіт / Редкомісія В.С.Зимич (пред.) і інш. - М.: Надра, 1987. - 240 с.
6. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Галузевий стандарт України. –Київ.: Мінтопенерго України, 2004. – 128 с.
7. Інструкція по безпечному веденню гірських робіт на пластах, небезпечних по раптових викидах вугілля, породи і газу/ Редкомісія А.А.Манжула (пред.) і інш. - М.: Мінвуглепром СРСР, 1969. - 192 с.