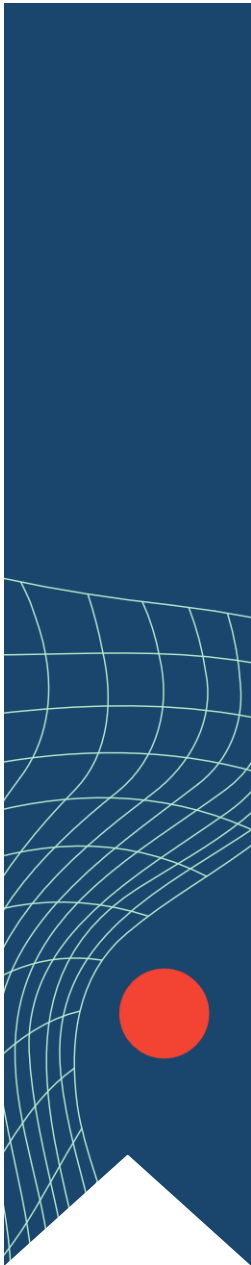


**ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»**



**НЕЗВОРОТНІ ПРОЦЕСИ В ГІРСЬКИХ МАСИВАХ
І ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНІ ПРИ ПІДРОБЦІ
ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ:**

**методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

Запоріжжя 2024



УДК 622.834 (072)
Н44

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 8 від 12.07.2024 р.)

Укладачі:

Сахно С. В., канд. техн. наук, доцент,
Сахно І. Г., д-р техн. наук, професор.

Н44 **Незворотні** процеси в гірських масивах і захист об'єктів поверхні при підробці гірничими роботами : методичні вказівки до виконання практичних робіт / уклад. С. В. Сахно, І. Г. Сахно. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2024. 37 с.

У методичних вказівках наведені рекомендації до виконання практичних робіт з дисципліни «Незворотні процеси в гірських масивах і захист об'єктів поверхні при підробці гірничими роботами», приклад виконання робіт, вимоги до їх оформлення, приклад оформлення титульної сторінки, перелік рекомендованих джерел.

УДК 622.834 (072)



ЗМІСТ

ВСТУП	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА №1. ПОБУДОВА МУЛЬДИ ЗСУВУ	5
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2. ПРОЄКТ ПОВЕРХНЕВОЇ МОНІТОРИНГОВОЇ СТАНЦІЇ	9
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3. ЗАХИСТ І ОХОРОНА ОКРЕМИХ ПОДИНОКИХ СПОРУД ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ	14
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4. ЗАХИСТ І ОХОРОНА ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ І ГАЗОГОНІВ ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ, ЩО ПОБУДОВАНІ СПОСОБОМ ВЕРТИКАЛЬНИХ РОЗРІЗІВ	19
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5. ЗАХИСТ І ОХОРОНА ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ І ГАЗОГОНІВ ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ, ЩО ПОБУДОВАНІ СПОСОБОМ ПЕРПЕНДИКУЛЯРІВ	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА №6. ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ ПІД ВЕРТИКАЛЬНІ СТВОЛИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ (ПРИ КУТІ ПАДІННЯ ПЛАСТІВ $\alpha < 45^\circ$)	29
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7. ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ ПІД ПОХИЛІ СТВОЛИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ	35
ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
ДОДАТОК А. ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	43



ВСТУП

Дисципліна «Незворотні процеси в гірських масивах і захист об'єктів поверхні при підробці гірничими роботами» викладається здобувачам вищої освіти, що навчаються за спеціальністю 184 Гірництво на другому (магістерському) рівні вищої освіти.


Наведені в методичних вказівках практичні роботи виконуються паралельно з вивченням курсу. Метою є практичне закріплення теоретичних знань, отриманих під час навчання і формування навичок з оцінки негативного впливу підземних гірничих робіт на денну поверхню, а також розробки заходів з захисту об'єктів поверхневої інфраструктури.

Завдання, які поставлені в методичних вказівках:

- формування навичок прогнозу осідання поверхні, що виникають внаслідок ведення гірничих робіт графічним методом;
- практичне закріплення методик графічних побудов запобіжних ціликів для охорони об'єктів поверхні.

Наведені роботи є методами активного навчання і відповідно до існуючих вимог є практичним додатком.

До «Методичних вказівок.....» увійшли наступні роботи: «Побудова мульди зсуву» (**практична робота 1**); «Проект поверхневої моніторингової станції» (**практична робота 2**); «Захист і охорона окремих поодиноких споруд запобіжними ціликами» (**практична робота 3**); «Захист і охорона залізничних шляхів і газогонів запобіжними ціликами, що побудовані способом вертикальних розрізів» (**практична робота 4**); «Захист і охорона залізничних шляхів і газогонів запобіжними ціликами, що побудовані способом перпендикулярів» (**практична робота 5**); «Побудова запобіжних ціликів під вертикальні стволи вугільних шахт (при куті падіння пластів $<45^\circ$)» (**практична робота 6**); «Побудова запобіжних ціликів під похилі стволи вугільних шахт» (**практична робота 7**).



ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 ПОБУДОВА МУЛЬДИ ЗСУВУ


Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови мультди зсуву земної поверхні над лавою при похилому заляганні пласта

1.1. Теоретичні відомості

Процес зсуву гірських порід і земної поверхні характеризується наступними параметрами: розмірами і формою мультди зсуву; величиною кутів — граничних, зсуву, розривів та інших; величиною зсуву і деформацій у мультді; загальною тривалістю процесу зсуву та його окремих стадій і швидкістю осідань.

При вийманні частини пласта на значній глибині процес зсуву гірських порід досягає земної поверхні і викликає її деформацію. Частина земної поверхні, що зазнала цих деформацій називається **мультдою зсуву**. В мультді зсуву розрізняють зони: а) обвалення — частина мультди, де на земній поверхні відбувається утворення воронок, провалів, терас і тріщин; за границю цієї зони умовно приймають контур, обмежений тріщинами шириною не менш ніж 25 см; б) тріщин — де відбувається розрив суцільності земної поверхні і утворюються тріщини; за її зовнішню межу приймають контур крайніх тріщин; в) плавних зсувів — де земна поверхня зазнала деформацій без розриву суцільності; г) небезпечних зсувів, де виникають деформації, небезпечні для будівель, споруд та природних об'єктів. Форма, розміри мультди зсувів, а також її розташування відносно виробленого простору залежать від потужності пласта, кута падіння пласта, розмірів виробленого простору та глибини його залягання. Площа проєкції на горизонтальну площину мультди зсуву завжди більше такої ж проєкції виробленого простору. При горизонтальному заляганні пластів на значній глибині границі мультди в плані розташовуються симетрично по відношенню до виробленого простору. Мультда має плавні межі. Точка максимального осідання земної поверхні *O* знаходиться над центром виробленої частини пласта. В мультді зсуву виділяють два головних перетини, які проходять через точку максимального осідання по простяганню і падінню пласта. У цих перетинах розміри мультди зсуву і її зон визначаються за допомогою кутів: граничних, зсуву, кутів зсуву в наносах. У плавній мультді зсуву розрізняють її межі і дно. Для споруд, які знаходяться в мультді зсуву, найбільш небезпечними є її межі. При розробці пластових родовищ мультда зсуву може мати як пласке, так и увігнуте дно. Якщо розміри виробленого простору на розрізах по падінню або по простяганню перевищують глибину розробки, то мультда зсуву на відповідному розрізі зазвичай має пласке дно. Такий випадок підробки прийнято називати **повною підробкою**. При розробці похилих і крутих пластів межі мультди зсуву збільшуються в бік падіння пласта. У цьому



випадку проєкція мульди зсуву на горизонтальну площину розташовується асиметрично по відношенню до проєкції виробленого простору на ту ж площину. При збільшенні кута нахилу пласта точка максимального осідання зміщується в бік падіння пласта. При крутому падінні пласта точка максимального осідання знаходиться приблизно над нижньою межею виробленого простору, а з деякого значення починає зміщуватися в бік виходу пласта.

Розміри мульди зсуву визначаються за допомогою **граничних кутів** β_0 , γ_0 , δ_0 , якими є зовнішні відносно виробленого простору кути на вертикальних розрізах по головним перетинам мульди зсуву між горизонтальними прямими і прямими, які з'єднують межі виробленого простору з так званими граничними точками зсуву мульди зсуву [1].

Граничні кути β_0 , γ_0 відкладають в площині розрізу по падінню, а δ_0 — в площині розрізу по простяганню пласта. Кут β_0 відкладають у нижньої межі виробленого простору в породах покрівлі, кут γ_0 — у верхньої межі виробленого простору [1].

В мульді зсуву прийнято виділяти ту її частину, яка небезпечна для будівель і споруд. Небезпечну частину мульди зсуву виділяють за допомогою кутів зсуву β , γ і δ .

Кути зсуву β , γ і δ — зовнішні відносно виробленого простору кути, утворені лініями горизонту і лініями, які з'єднують межі виробки з точками мульди зсуву, за межами яких величини деформацій в мульді зсуву не досягають небезпечних для відповідних будівель [1].

Кути зсуву відраховують від лінії горизонту з боку цілика в сторону виробленого простору і відкладають: β — з боку падіння у всякому боку, γ — з боку повстання и δ — по простяганню пласта. Крім вказаних видів кутів (граничні, зсуву), для визначення характерних точок головних перетинів мульди зсуву користуються ще кутами θ та ψ_1 , ψ_2 та ψ_3 . Кут θ визначає на розрізах точку O мульди зсуву, яка має найбільші осідання. Кути ψ_1 , ψ_2 та ψ_3 називаються **кутами повних зсувів** й служать для виділення пласкої частини мульди зсуву. Кут θ відкладають з середини очисної виробки від лінії горизонту зі сторони падіння пласта, кути ψ_1 , ψ_2 та ψ_3 — від площини пласта [1]. Величина кутів зсуву і розривів залежить головним чином від кута нахилу пласта і фізико-механічних властивостей гірничих порід.

Якщо потужність мезозойських покладів або наносів більша $0,2H$ (де H — глибина залягання пласта, м), то окремо слід виділяти кут максимального осідання і кути повних зсувів у мезозойських покладах і наносах [1].

1.2. Порядок виконання роботи

Згідно з варіантом завдання (варіант відповідає номеру прізвища студента в журналі Мудл) (табл. 1.1) викреслюємо проєкцію виробленого простору на горизонтальну площину (план). Опускаємо перпендикуляри

на відповідні перетини головних проєкцій. Глибину робіт відкладаємо відносно центральної частини лави. Від контуру виробленого простору будуємо зону зсувів. З табл. 5.2. [1, с. 10-11] вибираємо кути зсувів в корінних породах: по повстанню пласта γ_0 , та по падінню пласта β_0 і проводимо лінії до перетину з межею мезозойських покладів. Аналогічно по відповідним кутам будуємо межу зони зсувів у мезозойських покладах (δ_M) та наносах (φ_0).

На розрізі по простяганню пласта проводимо аналогічні побудови. Кут зсуву по простяганню пласта – δ_0 , у мезозойських покладах - δ_M , у наносах - φ .

Опускаючи перпендикуляри з отриманих точок на план, отримуємо зону зсувів, скругляємо її контури на плані. Будуємо межі мульди зсувів.

Граничний кут: по повстанню пласта γ_0 та по падінню пласта β_0 , по простяганню пласта - кут δ_0 .

У результаті побудов отримуємо межі мульди зсуву.

Будуємо зону повних зсувів, користуючись значеннями повних кутів зсувів ψ_1, ψ_2, ψ_3 .

Користуючись табл. 5.1 «Правил підробки.....» [1], будуємо точку максимальних осідань.

З центра лави під кутом θ проводимо лінію до перетину з земною поверхнею і отримуємо точку максимальних осідань O.

Таблиця 1.1. - Варіанти завдань

№ варіанта	Родовище, марка вугілля	Потужність пласта m , м	Кут падіння пласта α , град	Довжина виймкового поля B , м	Довжина лави L , м	Глибина залягання пласта H , м	Потужність наносів h_n , м	Потужність мезозойських покладів h_m , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Донбас, Ж	1,25	12	2150	350	730	35	140
2	Донбас, Г	1,3	5	1850	220	950	25	170
3	Західний Донбас, Г	1,2	10	1750	250	800	15	155
4	Донбас, К	1,15	7	1970	260	925	30	165
5	Донбас, Ж	1,05	8	2350	270	875	20	170
6	Донбас, К	1,1	15	1500	320	1000	40	190
A	Західний Донбас, Г	1,35	14	2500	200	650	10	120

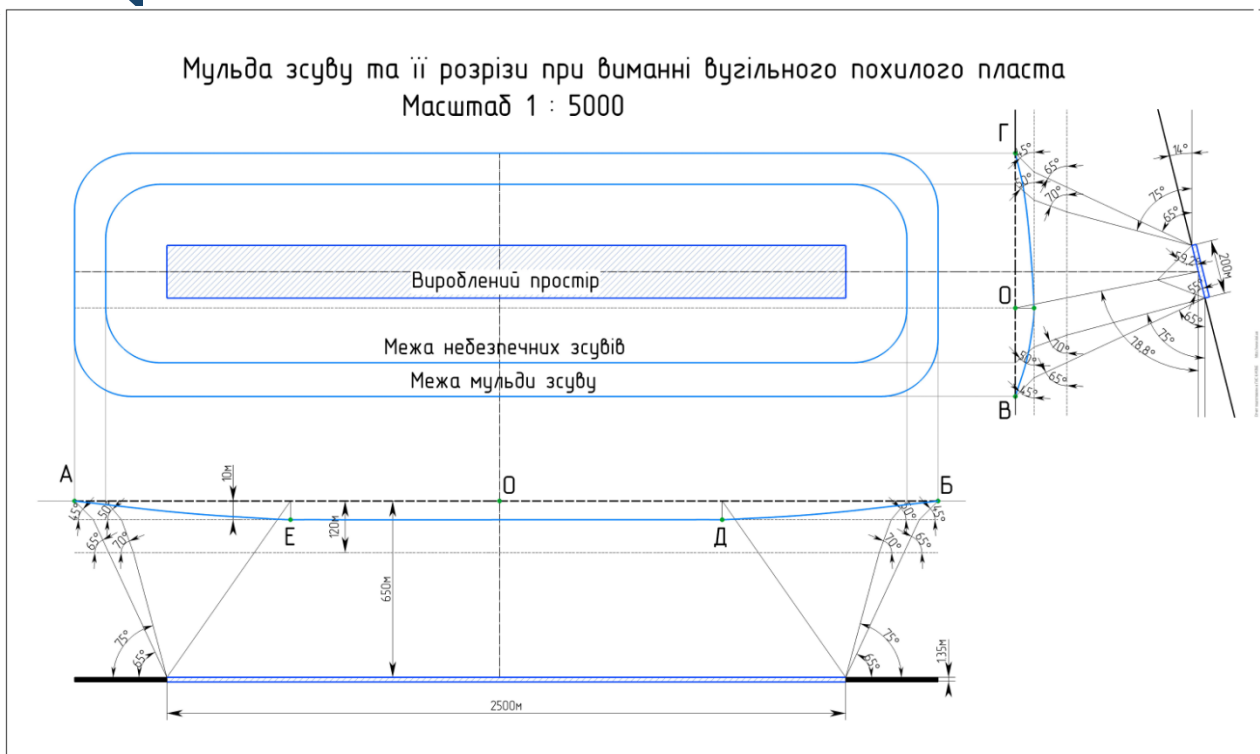


Рисунок 1.1. - Мульда зсуву та її розрізи при вийманні похилого пласта (приклад, варіант А)

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 ПРОЄКТ ПОВЕРХНЕВОЇ МОНІТОРИНГОВОЇ СТАНЦІЇ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: набуття практичних навичок з планування місця закладання поверхневої станції для спостережень за деформаціями і осіданнями земної поверхні.

2.1. Теоретичні відомості

Спостереження за зсувами земної поверхні виконуються для контролю за деформаціями і зсувами на територіях що підробляються, коригування методик розрахунку параметрів мульди зсувів, визначення ефективності засобів охорони об'єктів поверхневої інфраструктури від негативних наслідків підробки.

За результатами спостережень визначаються:

- кути зсувів, розривів, повних зсувів та граничні кути;
- безпечна глибина розробки;
- розташування в мульді зсуву точки максимального осідання;
- величина максимального осідання;
- розподіл вертикальних та горизонтальних деформацій у головних перетинах мульди зсуву, а також найбільші їх значення;

- загальна тривалість процесу зсуву та періоду небезпечних деформацій.

Спостереження за зсувами земної поверхні та об'єктами, що підробляються, проводяться на спеціально закладених моніторингових станціях. **Моніторингова станція** – система реперів, закладених на земній поверхні над зоною ведення гірничих робіт в ґрунті або в фундаментах (стінах) споруд для проведення спостережень. Репери розташовують у порядку по профільним лініям, вхрест простягання і по простягання покладу (пласта). Іноді профільні лінії закладають вздовж вісі об'єкта, що підробляється (наприклад вздовж ЛЕП, гілки залізничного шляху, траси газогону тощо).

Вздовж профільних ліній встановлюються робочі і опорні репери.

Робочий репер – металевий стрижень діаметром близько $d = 25-40$ мм (рис. 2.1). Також може використовуватися відрізок товстостінної металічної труби, що забивається в ґрунт. Робочі репери знаходяться в зоні підробки і є основним джерелом інформації про її наслідки.

Опорні репери закладаються поза межами мульди зсуву в будь-якому місці, але на відстані не менше 50 м від межі мульди. З кожного боку профільної лінії закладається по 3 опорні репери так, щоб відстань між ними становила не менше 50 м. Опорний репер також є металевим стрижнем діаметром 25-40 мм або відрізком товстостінної металеві труби (рис. 2.1). Довжина опорного репера має бути не менше 1,5 м для закладки в свердловину або котлован відповідної глибини, заповнений у нижній частині бетоном на 0,4 м, а у верхній частині – сипучим матеріалом. Така конструкція репера дозволяє уникнути деформацій морозного пучіння, оскільки забетонована частина знаходиться нижче за глибину сезонного промерзання ґрунту.

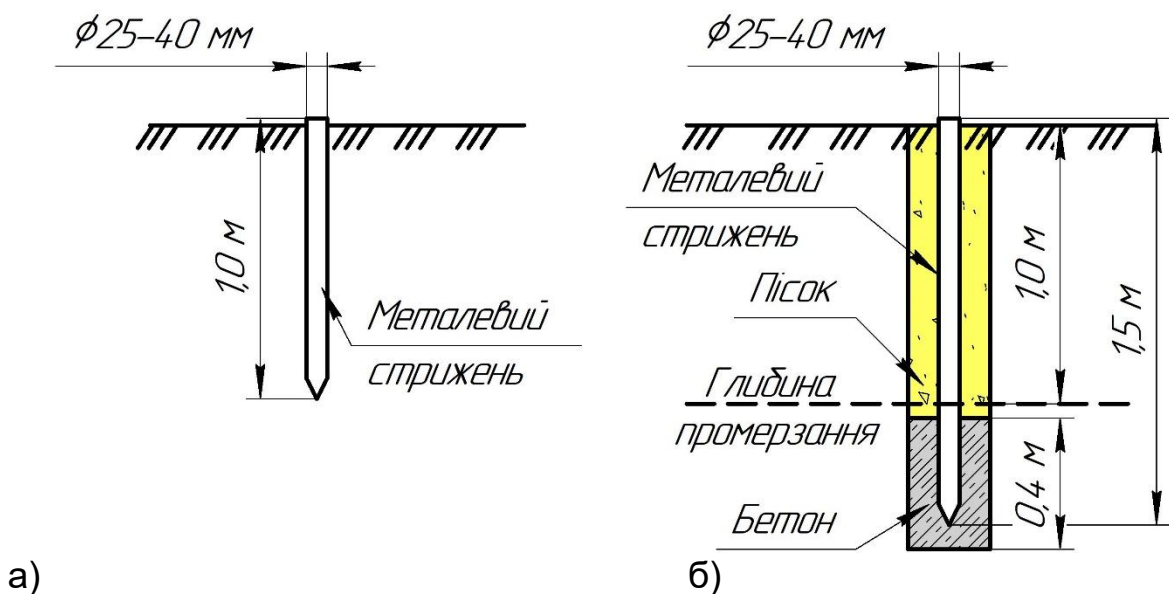


Рисунок 2.1. – Конструкція робочого (а) і опорного (б) реперів

2.2. Порядок виконання роботи

2.2.1. Згідно з варіантом завдання (видається викладачем) обирається очисний вибій для складання проекту моніторингової станції. За необхідності створюється викопіювання вибою з плану гірничих виробок. При виконанні побудов в графічних редакторах AutoCAD, Kompas 3D, K-MINE зручно користуватись фактичним планом гірничих виробок (згідно з індивідуальним варіантом завдання), поклавши його в основу (на нижній шар) креслення.

2.2.2. За методикою, наведеною в практичній роботі №1, визначаються і наносяться на план межі мульди зсуву (рис. 2.3) за граничними кутами встановленими відповідно до «Правил підробки...» [1]. Ці межі визначають робочу частину профільних ліній, проведених вхрест простягання пласта. На рис. 2.3 точки А і В є прогнозними межами мульди зсуву (ці точки зображені на профільній лінії II-II рис. 2.2).

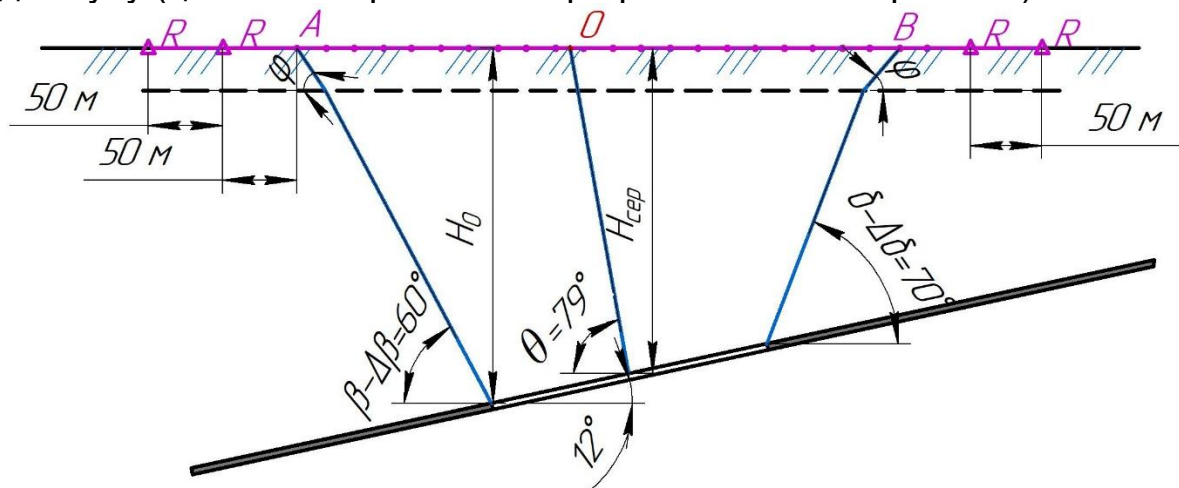



Рисунок 2.3. – Графічний розрахунок довжини профільної лінії вхрест простягання пласта

Ділянка АВ визначає частину профільної лінії на якій будуть закладені робочі репері. За межами цієї ділянки закладають не менше двох опорних реперів, на відстані не менше 50 м один від одного. Таким чином графічним методом встановлюється довжина профільних ліній, орієнтованих вхрест простягання поклада (пласта).

При виконанні графічних побудов глибину розробки, кут залягання і потужність пласта слід визначати за викопіюванням з плану гірничих виробок, відповідно до індивідуального варіанту завдання. Глибину наносів доцільно приймати в діапазоні 15-35 м, марку вугілля прийняти К. Величини кутів за «Правилами підробки...» [1] слід визначати для умов Донбасу.

При проектуванні положення профільних ліній слід дотримуватись вимоги, щодо недопущення потрапляння реперів до початку замірних робіт в зону впливу підробки, що виникає попереду очисного вибою. Для



цього відстань по простяганню між положенням лави і профільною лінією, орієнтованою вхрест простягання (ця відстань позначена літерою D на рис. 2.2) має відповідати умові:

$$D \geq H_{\text{СЕР}} \operatorname{ctg}(\delta - \Delta\delta), \text{ м.} \quad (2.1)$$

2.2.3. Встановлюється місце положення точки з максимальним осіданням на розрізі вхрест простягання пласта за допомогою кута максимальних осідань θ . Методика визначення наведена в практичній роботі №1. Визначена точка максимальних осідань переноситься на план і через неї проводиться профільна лінія вздовж простягання пласта. Ця лінія зображена як III-III на рис. 2.2. Визначається довжина профільної лінії, орієнтованої вздовж простягання за формулою:

$$L = H_{\text{СЕР}} \{1,75 + \operatorname{ctg}(\delta - \Delta\delta)\} \quad (2.2)$$

Початок цієї лінії визначається точкою її перетину з профільною лінією, орієнтованою вхрест простягання пласта (точка O на рис. 2.2).

2.2.4. На нанесених профільних лініях позначаються робочі і опорні репери.

Оптимальна відстань між робочими реперами вздовж профільної лінії залежить від глибини робіт. Зазвичай слід орієнтуватись на відстані 15-20 м.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 ЗАХИСТ І ОХОРОНА ОКРЕМИХ ПОДИНОКИХ СПОРУД ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови запобіжних ціликів для охорони поодиноких споруд і аналіз отриманих результатів

В умовах Донецького вугільного басейну розрахувати і побудувати запобіжний цілик по пласту l_1 для охорони від шкідливого впливу гірничих робіт чотириповерхового будинку школи. Будинок прямокутної форми, розміри в плані: 70х45 м. Довга вісь будинку орієнтована під кутом 45° до падіння пласта. Стіни цегляні, товщиною 380 мм. Ступінь деформації будівель II. Міжповерхові перекриття виконані з монолітних залізобетонних плит. Під фундаментами будинку залягають глинисті ґрунти середньої міцності.

Глибина пласта під центром будинку H , кут падіння α , потужність m , марка вугілля K . Потужність наносів h . Мезозойські відкладення відсутні.

Числові значення літерних позначень наведені в таблиці 3.1. Рекомендований масштаб побудови 1:5000.

Таблиця 3.1 - Гірничо-геологічні дані для побудови запобіжних ціликів під одиночний будинок школи

№варіанта	Потужність наносів h , м	Глибина пласта під будинком H , м	Кут падіння пласта α , град	Потужність пласта m , м
1	2	3	4	5
1	22	250	37	1,25
2	15	260	24	0,97
3	20	250	16	1,0
4	15	230	28	0,8
5	30	270	23	0,9
6	10	310	25	1,15
A	25	300	15	0,95

3.1. Теоретичні відомості

З метою надійної охорони і мінімальних втрат вугілля запобіжні цілики повинні бути оптимальних розмірів і певним чином розташовуватися відносно об'єкту, що охороняється. Тому побудова їх виконується за «Правилами подробики...» [1].

Запобіжні цілики будуються відносно межі охоронної площі, що містить у собі об'єкт і берму, що охороняються, (*берма призначена для підвищення надійності цілика*) [1]. Ширина берми залежить від типу і конструктивних особливостей об'єкта.

При побудові ціликів під невеликі одиночні будівлі і споруди, берма відкладається (для спрощення побудов) від описаного навколо об'єкта прямокутника зі сторонами, паралельними падінню і простяганню пласта. Для будівель і споруд, у яких відношення довгої сторони до короткої дорівнює або більше 5 (або групи будівель), берма відкладається безпосередньо від зовнішнього контуру об'єкта (паралельно йому). Для водойм та водотоків берма відкладається від лінії максимального розливу [1].

Межі запобіжних ціликів для будівель і споруд (за винятком глибоких вертикальних стволів) визначаються за допомогою кутів зсуву.

Запобіжні цілики можуть будуватися способом вертикальних розрізів і способом перпендикулярів. Для будинків і споруд невеликих розмірів (коли відношення довгої сторони до короткої менше 5 застосовують, як правило, перший спосіб) [1].

3.2. Порядок виконання роботи

Оскільки відношення довгої сторони будинку до короткої менше 5, то побудова запобіжних ціликів виконується способом вертикальних розрізів з визначенням меж цілика на розрізах вхрест і по простяганню пласта (рис. 3.1).

3.2.1. У лівій нижній частині креслення викреслюють план будинку і будують площу, що охороняють.

На виробництві будинок копіюють зі сполученого плану гірничих робіт із земною поверхнею, орієнтуючи викопіювання таким чином, щоб лінія падіння пласта була спрямована справа наліво, паралельно нижньої межі креслення. Та викреслюють план будинку за заданими розмірами. При цьому довгу вісь його орієнтують під гострим кутом до нижньої межі креслення, вважаючи, що лінія падіння спрямована справа наліво.

Навколо будинку описують прямокутник зі сторонами, паралельними падінню і простяганню пласта і, відкладаючи від нього берму, викреслюють охоронювану площу.

Ширину берми для цивільних будинків вибирають із «Правил підробки...» за допустимим значенням горизонтальних деформацій $[\varepsilon]$ земної поверхні [1, стор. 24, 53, 54], що обчислюється за формулами:

$$[\Delta l] = [\Delta l]_{\text{н}} \cdot k_{\Gamma} \cdot k_{\text{С}} \cdot k_n \cdot k_{\phi} \cdot k_p \quad (3.1)$$

$$[\varepsilon] = \frac{[\Delta l]}{1,2 \cdot m_{\varepsilon} \cdot l} \quad (3.2)$$

де $[\Delta l]$ - допустима величина показника сумарних деформацій земної поверхні, що враховує спільний вплив горизонтальних деформацій $[\varepsilon]$ і кривизни K ;

$[\Delta l]_{\text{н}}$ - нормативний (для типових умов) показник сумарних деформацій земної поверхні [1, стор. 24].

$k_{\Gamma}, k_{\text{С}}, k_n, k_{\phi}, k_p$ - коефіцієнти, що визначаються за «Правилами підробки.....» [1, стор. 24-26].

m_{ε} - коефіцієнт умов роботи, який залежить від довжини споруди [1, стор. 20];

l – довжина будівлі, мм.

3.2.2. Будують вертикальний розріз вхрест простягання пласта і визначають межі ціликів на ньому (рис. 3.1).

На розрізі показують будинок, межі охоронюваної площі, вугільний пласт.

З меж площі, яка охороняється, проводять лінії під кутом зсуву φ у наносах і далі під кутами зсувів β і γ (з боку падіння та повстання) до перетину з подошвою пласта. Значення кутів зсуву визначають за «Правилами підробки.....» [1, стор. 11].

Обчислюють безпечну глибину розробки H_6 для будинку школи, а її горизонт наносять на розріз.



$$H_{\epsilon} = K_{\epsilon} \cdot \frac{m}{[\epsilon]} \quad (3.3)$$

де K_{ϵ} - коефіцієнт, що залежить від кута падіння пласта [1, стор. 55, 56],

m – потужність пласта, що виймається, м.

Межами ціликів на розрізі є:

- по повстанню - точка перетину підшви пласта лінією, яка проведена під кутом β ;

- по падінню - точка перетину підшви пласта лінією, яка проведена під кутом γ або горизонтом безпечної глибини, якщо друга точка виявиться вище першої.

3.2.3. Будують запобіжний цілик в проекції на вертикальну площину по простяганню (рис. 3.1).

На розріз вхрест простягання проектують будинок, площу, що охороняється. З меж площі, що охороняється, проводять лінії: під кутом зсуву φ у наносах; під кутом зсуву β у корінних породах до горизонту H_{Γ} , що відкладається від наносів і далі під кутом 90° до нижньої границі цілика.

Значення H_{Γ} обчислюють за формулою:

$$H_{\Gamma} = A_{\Gamma} \cdot H_{\gamma} \quad (3.4)$$

де H_{γ} - відстань від контакту корінних порід з наносами до нижньої границі цілика за кутом γ на розрізі вхрест простягання.

A_{Γ} - коефіцієнт, який визначається за «Правилами подробики.....» [1, стор. 58].

Проектують верхню і нижню межі ціликів з розрізу вхрест простягання на розріз по простяганню і викреслюють контур цілика в проекції на вертикальну площину по простяганню (рис. 3.1).

3.2.4. Будують запобіжний цілик на плані (рис. 3.1).

Проектують характерні (кутові) точки цілика з розрізів на план і, з'єднуючи їх прямими лініями, викреслюють контур цілика.

Після закінчення побудов підраховують запаси вугілля в ціликах і графічно визначають координати кутових точок цілика.

$$\begin{aligned} Q &= V * \gamma, \text{ т} \\ V &= S * m, \text{ м}^3 \\ S &= \frac{a+b}{2} * h, \text{ м}^2 \end{aligned} \quad (3.5)$$

- де Q – запаси вугілля в цілику, т,

V – об'єм запобіжного цілика, м^3 ,

γ – об'ємна маса вугілля, прийняти $1,35 \text{ м}^3/\text{т}$.

S – площа запобіжного цілика, м^2 ,

m – потужність пласта, м.

Координатну сітку креслять довільно.

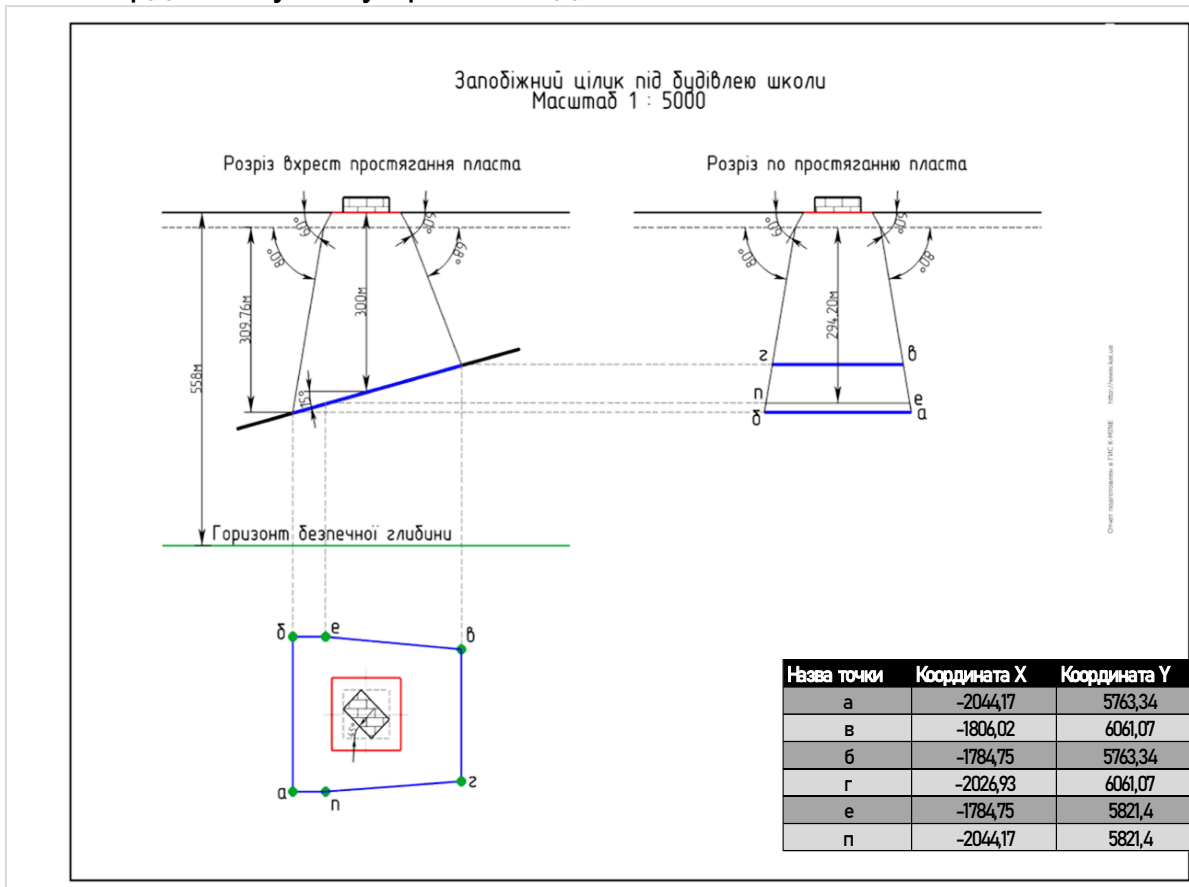


Рисунок 3.1 – Побудова запобіжного цілика під будівлею школи (приклад, варіант А)

ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 ЗАХИСТ І ОХОРОНА ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ І ГАЗОГОНІВ ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ, ЩО ПОБУДОВАНІ СПОСОБОМ ВЕРТИКАЛЬНИХ РОЗРІЗІВ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови запобіжних ціликів під витягнуті споруди на прикладі залізничної колії

У Донецькому вугільному басейні через гірничий відвід шахти “Капітальна” проходить залізнична дорога загального користування. По залізниці проходять 6 пар пасажирських потягів за добу зі швидкістю руху 80 км/год. Загальний вантажообіг по залізниці 4 млн. т/км на рік. Рейковий шлях стиковий. Ширина насипу в основі a .

Під залізничною дорогою залягає одиночний пласт k_5 коксівного вугілля з потужністю, що виймається, m . Кут падіння пласта α . Потужність наносів h . Товща порід покрівлі пласта представлена пісковиками, які

чергуються, глинистими і піщаними сланцями. Висотна відмітка земної поверхні на ділянці залізниці Z.

Межею шахтного поля по підняттю є вихід пласта під наноси. На ділянці L_1 від виходу пласта під наноси залізнична дорога має напрямок під гострим кутом θ_1 до простягання пласта, а потім з радіусом заокруглення 200 метрів змінює напрямок до кута θ_2 до простягання пласта (рис. 4.1).

Необхідно побудувати запобіжний цілик по пласту k_5 під приведену вище залізничну дорогу способом вертикальних розрізів.

Числові значення літерних позначень надані в таблиці 4.1. Рекомендований масштаб побудови 1:5000.

Таблиця 4.1. – Вихідні дані для побудови запобіжного цілика під залізничну колію.

№ варіанта	Потужність пласта, що виймається, m , м	Кут падіння пласта α , град	Потужність наносів h , м	Висотна відмітка поверхні Z, м	Ширина насипу a , м	Кут між віссю дороги та простяганням пласта, град		Довжина першої ділянки дороги від виходу пласта L_1 , м
						θ_1	θ_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	15	20	220	10	55	35	200
2	1,0	25	30	190	25	75	47	130
3	1,6	26	30	240	20	50	40	180
4	1,7	38	10	160	30	60	45	170
A	1,4	44	25	200	15	55	30	150
6	1,4	18	25	175	25	45	30	160
7	1,3	37	20	230	20	48	34	200

4.1. Теоретичні відомості

Визначення умов підробки залізничної колії і побудова запобіжних ціликів виконується з дотриманням наступних норм і правил.

Виїмка пластів вугілля під залізничними коліями здійснюється при глибині розробки більшій або рівній безпечній глибині. При цьому залізничні колії на станціях, обладнаних електричною централізацією, а також залізничні тунелі можуть підроблятися по особливим проектам погодженим з правлінням АТ «Укрзалізниці» [1].

Межі ціликів під залізничною колією визначаються по кутам зсуву.

4.2. Методика виконання роботи

Роботу варто починати зі складання сполученого гіпсометричного плану пласта k_5 с перетином ізогіпс 50 м і залізничною колією.

Для побудови гіпсометричного плану паралельно контуру креслення наносять лінію виходу пласта під наноси (рис. 4.1) і, відкладаючи відстань d_i , викреслюють першу ізогіпсу. Відстань d_i визначають графічно (рис. 4.1) або аналітично з урахуванням висотної відмітки поверхні потужності наносів h і кута падіння α . Інші ізогіпси будують по закладанню d , визначеному графічно або аналітично. Обмежують побудову ізогіпсою з відміткою нижче горизонту безпечної глибини.

Залізничну дорогу наносять за даними умов завдання:

- довжині прямолінійної ділянки L_1 від виходу пласта під наноси;
- кута θ_1 між віссю дороги і простяганням пласта; радіуса заокруглення (200 м);
- кута θ_2 між простяганням пласта та другою прямолінійною ділянкою залізничної колії;
- ширині насипу a (рис. 4.1).

Подальші розрахунки і побудови виконують у наступній послідовності.

4.2.1. Будують межі цілика по повстанню і падінню пласта. За «Правилами підробки.....» [1, стор. 35] визначають категорії охорони залізничної дороги, значення коефіцієнтів безпеки K_ε [1, стор. 56] і обчислюють безпечну глибину H_6 , висотну відмітку Z_6 горизонту безпечної глибини для залізничної колії.

$$H_6 = K_\varepsilon \cdot \frac{m}{[\varepsilon]}, \quad (4.1)$$

$$Z_6 = Z - H_6 \quad (4.2)$$

Методом інтерполяції між ізогіпсами наносять горизонт Z_6 на план, який є нижньою межею цілика. Верхньою межею цілика є вихід пласта під наноси.


4.2.2. Будують площу, що охороняється, і межі цілика по простяганням. Ширину берми [1, стор. 35,53] відкладають від контуру насипу на ділянці від виходу пласта до горизонту Z_6 .

Межі цілика визначаються на вертикальних розрізах, які перпендикулярні до осі дороги. Для кожної прямолінійної ділянки будують не менше двох розрізів, поєднуючи їх по два на одному кресленні (рис. 4.1). Кут падіння пласта в площині розрізу обчислюється за формулою:

$$tg \alpha'_i = tg \alpha \cdot \cos \theta_i \quad (4.3)$$

де i - номер розрізу;

θ_i – гострий кут між лінією простягання пласта і відповідною межею берми, град.



Межі цілика на розрізах будуються по кутам зсуву φ у наносах [1, стор. 11] і по кутам зсуву β' , γ' у корінних породах, на перетинах, перпендикулярних до осі залізничної колії.

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg}\beta_i &= \sqrt{\operatorname{ctg}^2\beta \cdot \cos^2\theta_i + \operatorname{ctg}^2\delta \cdot \sin^2\theta_i}, \\ \operatorname{ctg}\gamma_i &= \sqrt{\operatorname{ctg}^2\gamma \cdot \cos^2\theta_i + \operatorname{ctg}^2\delta \cdot \sin^2\theta_i} \end{aligned} \quad (4.4)$$

де β , γ , δ - кути зсуву в корінних породах вхрест і по простяганню пласта [1, стор. 11].

Точки перетину ліній, проведених під кутами β' , γ' , з підшвою пласта переносяться з розрізу на план і викреслюють на плані межі запобіжного цілика по простяганню (рис. 4.1). Гострий кут цілика у горизонта безпечної глибини зрізають так, щоб лінія зрізу на плані дорівнювала $40 \cdot \cos\alpha$, м (цілик меншої ширини роздавлюється).

4.2.3. Підраховують запаси вугілля у ціликах (формула 3.5).

Метод вертикальних перерізів для визначення
запобіжного цілика під залізничною колією
Масштаб 1 : 2000

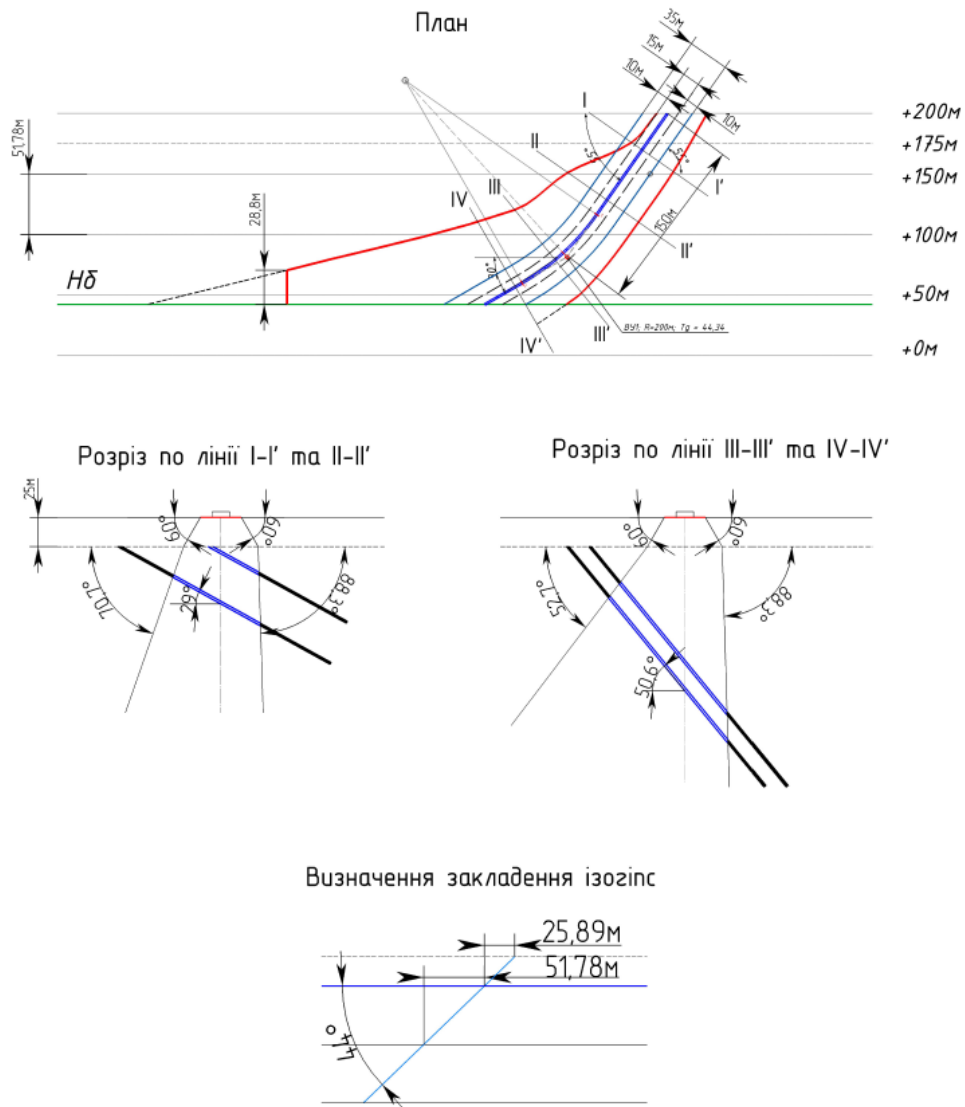


Рисунок 4.1. – Побудова запобіжного цілика під залізничну колією способом вертикальних розрізів (приклад, варіант А)



ПРАКТИЧНА РОБОТА №5

ЗАХИСТ І ОХОРОНА ЗАЛІЗНИЧНИХ ШЛЯХІВ І ГАЗОГОНІВ ЗАПОБІЖНИМИ ЦІЛИКАМИ, ЩО ПОБУДОВАНІ СПОСОБОМ ПЕРПЕНДИКУЛЯРІВ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови запобіжних ціликів під витягнуті споруди на прикладі залізничної колії.

У Донецькому вугільному басейні через гірничий відвід шахти “Капітальна” проходить залізнична дорога загального користування. По залізниці проходять 6 пар пасажирських потягів за добу зі швидкістю руху 80 км/год. Загальний вантажообіг по залізниці 4 млн. т/км на рік. Рейковий шлях стиковий. Ширина насипу в основі a .

Під залізничною дорогою залягає одиночний пласт k_5 коксівного вугілля з потужністю, що виймається, m . Кут падіння пласта α . Потужність наносів h . Товща порід покрівлі пласта представлена пісковиками, які чергуються, глинистими і піщаними сланцями. Висотна відмітка земної поверхні на ділянці залізниці Z .

Межею шахтного поля по підняттю є вихід пласта під наноси. На ділянці L_1 від виходу пласта під наноси залізнична дорога має напрямок під гострим кутом θ_1 до простягання пласта, а потім з радіусом заокруглення 200 метрів змінює напрямок до кута θ_2 до простягання пласта (рис. 5.1).

Необхідно побудувати запобіжний цілик по пласту k_5 під приведену вище залізничну дорогу способом перпендикулярів.

Числові значення літерних позначень надані в таблиці 5.1. Рекомендований масштаб побудови 1:5000.

Таблиця 5.1. – Вихідні дані для побудови запобіжного цілика під залізничну колію.

№ варіанта	Потужність пласта, що виймається, m , м	Кут падіння пласта α , град	Потужність наносів h , м	Висотна відмітка поверхні Z , м	Ширина насипу a , м	Кут між віссю дороги та простяганням пласта, град		Довжина першої ділянки дороги від виходу пласта L_1 , м
						θ_1	θ_2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,2	15	20	220	10	55	35	200

2	1,0	25	30	190	25	75	47	130
3	1,6	26	30	240	20	50	40	180
4	1,7	38	10	160	30	60	45	170
5	1,4	18	25	175	25	45	30	160
6	1,3	37	20	230	20	48	34	200
A	1,4	44	25	200	15	55	30	150

5.1. Теоретичні відомості

Визначення умов підробки залізничної колії і побудова запобіжних ціликів виконується з дотриманням наступних норм і правил.

Виїмка пластів вугілля під залізничними коліями здійснюється при глибині розробки більшій або рівній безпечній глибині. При цьому залізничні колії на станціях, обладнаних електричною централізацією, а також залізничні тунелі можуть підроблятися по особливим проектам погодженим з правлінням АТ «Укрзалізниця» [1].

Межі ціликів під залізничною колією визначаються по кутам зсуву.

5.2. Порядок виконання роботи

Роботу варто починати зі складання сполученого гіпсометричного плану пласта k_5 с перетином ізогіпс 50 м і залізничною колією.

Для побудови гіпсометричного плану паралельно контуру креслення наносять лінію виходу пласта під наноси (рис. 5.1) і, відкладаючи відстань d_i , викреслюють першу ізогіпсу. Відстань d_i визначають графічно (рис. 5.1) або аналітично з урахуванням висотної відмітки поверхні потужності наносів h і кута падіння α . Інші ізогіпси будують по закладанню d , визначеному графічно або аналітично. Обмежують побудову ізогіпсою з відміткою нижче горизонту безпечної глибини.

Залізничну дорогу наносять за даними умов завдання:

- довжині прямолінійної ділянки L_1 від виходу пласта під наноси;
- кута θ_1 між віссю дороги і простяганням пласта; радіуса заокруглення (200 м);
- кута θ_2 між простяганням пласта та другою прямолінійною ділянкою залізничної колії;
- ширині насипу a (рис. 5.1).

Подальші розрахунки і побудови виконують у наступній послідовності.

У даному методі визначення меж цілика на розрізі замінюється аналітичними розрахунками. З рис. 5.1 бачимо, що межі можуть бути побудовані безпосередньо відкладанням від осі дороги або від контуру цілика на контакт наносів з корінними породами відповідно перпендикулярів q , l довжина яких розраховується аналітично:

5.2.1. Копіюють з попереднього креслення (рис. 4.1) гіпсометричний план, залізничну колію, площу, яка охороняється, і горизонт H_6 (оскільки вихідні дані не змінилися).

5.2.2. Будують межі ділянки, яка охороняється, на контактні наносів з корінними породами і межі цілика в бік падіння і повстання пласта (рис. 5.1).

Межі ділянки, яка охороняється, одержують відкладанням від ділянки, яка охороняється, на земній поверхні (від берми) величини C :

$$C = h \cdot ctg\gamma \quad (5.1)$$

Для побудови меж в бік повстання та падіння пласта відкладають від цілика не менше двох перпендикулярів для кожної прямолінійної ділянки колії і не менше одного на криволінійній ділянці у бік повстання q і в бік падіння l . Довжину перпендикуляра обчислюють (рис. 5.1) за формулами:

$$q_i = (H_i - h) \cdot q'_i, \quad l_i = (H_i - h) \cdot l'_i \quad (5.2)$$

$$q'_i = \frac{ctg\beta'_i}{1 + ctg\beta'_i \cdot tg\alpha \cdot \cos\theta_i} \quad (5.3)$$

$$l'_i = \frac{ctg\gamma'_i}{1 - ctg\gamma'_i \cdot tg\alpha \cdot \cos\theta_i} \quad (5.4)$$

де H, h – глибина залягання пласта в основі перпендикуляра і потужність наносів;

q', l' – коефіцієнти (довжина перпендикулярів на 1 метр потужності корінних порід);

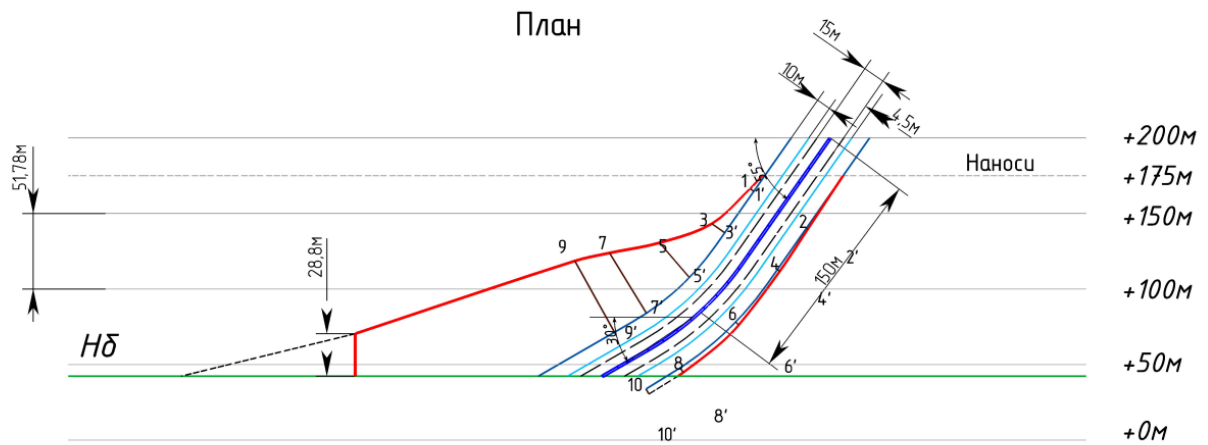
β', γ' – кути зсуву, які визначаються за формулою (4.4).

θ – гострий кут між віссю дороги і простяганням пласта в основі перпендикуляра, між межею площі, що охороняється, на контактні корінних порід з наносами.

Зрізують гострий кут цілика і наводять межі запобіжного цілика на плані жирною лінією.

5.2.3. Підраховують запаси вугілля у ціликах (формула 3.5).

Метод перпендикулярів для визначення запобіжного цілика під залізничною колією Масштаб 1 : 2000



№	$H, м$	q_i'	l_i'	q_i	l_i
1	36,58	0,27		3,13	
3	65	0,27		10,80	
5	95,61	0,28		31,29	
7	120,14	0,55		48,22	
9	133,18	0,56		55,89	
2	61,82		0,031		1,14
4	90,22		0,031		2,02
6	126,13		0,03		3,03
8	157,54		0,029		3,84
10	162,9		0,029		4,00

Рисунок 5.1. – Побудова запобіжного цілика під залізничну колією способом перпендикулярів (приклад, варіант А)

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ ПІД ВЕРТИКАЛЬНІ СТВОЛИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ (ПРИ КУТІ ПАДІННЯ ПЛАСТІВ $\alpha < 45^\circ$)

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови запобіжних ціликів під вертикальні стволи вугільних шахт

Зробити розрахунки і побудову запобіжних ціликів по пластам k_2 і k_1 під скіповий і клітьовий стволи шахти “Капітальна” у Донецькому вугільному басейні.

Стволи закріплені монолітним бетоном. Глибина стволів H_c , діаметр 8 м. Розміри надшахтних будівель у плані 25x25 м. Розміри будівель підйомних машин 25x20 м.

Розташування стволів і будинків надано на рис. 6.1. Відстань між вісями стволів L_o .

Глибина залягання пластів k_2 і k_1 по осі скіпового ствола h_{k2} і h_{k1} . Кут падіння α . Потужність пластів, що виймаються, $m_2=1,2$ м, $m_1=1,8$ м. Марка вугілля K . Потужність наносів 30 м. Корінні породи представлені піщаниками, які чергуються глинистими сланцями. Мезозойські відкладення і тектонічні порушення відсутні. Заглиблення стволів не передбачається.

Норми охорони вертикальних стволів і методика побудови запобіжного цілика вагомо залежить від кута падіння вугільних пластів. Дана робота може виконуватися для умов, коли кут падіння пластів $\alpha < 45^\circ$ і $\alpha \geq 45^\circ$. В практичній роботі передбачені побудови лише для варіанту $\alpha < 45^\circ$.

Числові значення літерних позначень для $\alpha < 45^\circ$, наведені в табл. 6.1. Рекомендований масштаб побудови 1:5000.

Таблиця 6.1. – Вихідні дані для побудови запобіжних ціликів під вертикальні стволи при $\alpha < 45^\circ$

№ варіанта	Відстань між вісями стволів L_o , м	Глибина стволів H_c , м	Глибина залягання пластів по осі скіпового ствола, м		Кут падіння пластів α , град
			H_{k2}	H_{k1}	
1	2	4	5	6	7
1	50	460	390	480	30
2	70	420	430	570	25
3	90	480	380	550	35

4	85	490	470	590	40
5	60	460	490	590	27
6	70	400	400	470	32
A	55	410	420	560	36

6.1. Теоретичні відомості

Вертикальні стволи відносяться до найважливіших технічних споруд і охороняються за наступними правилами і нормами [1, стор. 64 - 69].

6.1.1. Межі запобіжних ціликів для вертикальних шахтних стволів необхідно визначити від меж захисної ділянки. При кутах падіння пласта $\alpha < 45^\circ$ захисна ділянка включає в себе устя ствола і берму навколо нього [1].

6.1.2. Розміри ціликів по всім пластам або ділянкам пластів, розташованих нижче зумпфа ствола на відстані по вертикалі більше $0,2H_c$, (де H_c - глибина ствола з зумпфом в метрах) необхідно визначити по кутам зсуву. При цьому в наносах і мезозойських покладах необхідно використовувати відповідні кути зсуву (φ , δ_m) [1, стор. 11]. Якщо розглядається заглиблення ствола, тоді H_c приймається з урахуванням заглиблення.


6.1.3. Межі запобіжних ціликів при кутах падіння пластів $\alpha < 45^\circ$ для вертикальних і вентиляційних стволів з жорстким кріпленням, обладнаних постійним підйомом (крім інспекторського) необхідно визначати в кожному пласті на вертикальних розрізах по кутам охорони δ_1 ; $\gamma_1 = \delta_1$; $\beta_1 = \delta_1 - 0,8\alpha$ [1, стор. 65].

6.1.4. Межі запобіжних ціликів при кутах падіння пластів $\alpha < 45^\circ$ для вентиляційних і повітряподавальних стволів, не обладнаних постійним підйомом, а також стволів з податливим кріпленням, необхідно визначити на вертикальних розрізах по кутам охорони δ_2 ; $\gamma_2 = \delta_2$; $\beta_2 = \delta_2 - 0,8\alpha$ [1, стор. 65].

6.1.5. Межі ціликів у вугільних пластах необхідно визначати прямими, проведеними на вертикальних розрізах від меж берми під відповідними кутами охорони, які відкладаються від горизонту. При цьому межі зазначених ціликів при глибині до 400 метрів повинні відстояти від ствола в площині пласта на розрізах вхрест і по простяганню на відстані не менше 50 метрів, а при глибині більше 400 метрів, зазначені мінімальні розміри ціликів повинні бути збільшені з розрахунком 10 метрів на кожні 100 м глибини [1].

6.1.6. При кутах падіння пласта від 20° до 45° відстань в площині пласта від ствола до меж цілика по падінню повинна бути не більша за 250 метрів [1].

6.1.7. Кути охорони δ_1 та δ_2 необхідно визначати по Правилам підробки [1, стор. 64-66]. В залежності від інтегральної оцінки пристволового масиву К (наявність або відсутність старих очисних



виробок, наявність тектонічних порушень, наявність або відсутність часткової виїмки вугілля у пласті в межах запобіжних ціликів і т.ін.).

6.1.8. Ширину берми для вертикальних стволів необхідно приймати 20 метрів [1].

6.2. Порядок виконання роботи

При виконанні даного завдання студент в першу чергу вивчає норми охорони вертикальних стволів, звертаючи особливу увагу на умови, коли $\alpha < 45^\circ$ [1, стор. 64 - 69].

Побудову ціликів виконують у наступній послідовності (рис. 6.1).

6.2.1. У лівому нижньому куті креслення за вказаним викладачем варіантом викреслюють план розташування устя скіпового і клітьового стволів. У виробничих умовах фактичне розташування стволів визначається за планами гірничих виробок. Будемо вважати, що стволи розташовані по лінії падіння пласта, яку на кресленні викреслюють горизонтально справа наліво.

6.2.2. Будують запобіжну ділянку земної поверхні (рис. 6.1). В запобіжній ділянці при $\alpha < 45^\circ$ враховують устя стволів і берму. Для побудови через крайні точки устя проводять лінію паралельну падінню і простяганню пласта до взаємних перетинів. Від отриманого чотирикутника відкладають берму шириною 20 метрів і викреслюють контур (план) ділянки земної поверхні, яка охороняється.


6.2.3. Над отриманим контуром будують вертикальний розріз вхрест простягання пластів:

- викреслюють горизонтальною лінією рівень земної поверхні і по заданій потужності наносів h лінії контакту наносів з корінними породами;
- проектуючи з пласта на перетин викреслюють по заданій глибині стволи та глибинам і куту падіння пласта α вугільні пласти k_2, k_1 , а також межі запобіжної ділянки;

- наносять горизонт $1,2H_c$ від поверхні. Це необхідно тому, що до горизонту $1,2H_c$ стволи охороняються по кутам охорони, а нижче по кутам зсуву.

- за «Правилами підробки...» визначають кути зсуву: φ у наносах; та β, δ, γ в корінних породах [1, стор. 11], а також кути охорони стволів $\beta_1, \delta_1, \gamma_1$. Кути охорони визначаються для кожного пласта з урахуванням інтегральної оцінки приствольного масиву K [1, стор. 64-66], враховуючи також міцність та характеристики порід приствольного масиву. Оскільки в умовах задачі останні відсутні приймемо $K=1,0$.

6.2.4. Визначають межі ціликів на розрізі вхрест простягання з меж запобіжної ділянки: зі сторони падіння проводять лінію під кутом φ у наносах і далі в корінних породах під кутом охорони γ_1 і зсуву γ . У відповідності з нормами охорони стволів викреслюють лінію - межу цілика по падінню у масиві. Зі сторони повстання проводять лінію під кутом φ у наносах і далі під кутом охорони β_1 до перетину з нижнім пластом. Якщо



точка перетину виявиться нижче горизонту $1,2H_c$, то додаткові побудови з використанням кута зсуву β не потрібні.

6.2.5. Будують в правому верхньому куті креслення вертикальний розріз по простяганню пластів:

- на розрізі проєктують стволи та межі запобіжної ділянки;
- з меж запобіжної ділянки проводять лінії під кутом зсуву φ у наносах, а далі у корінних породах під кутом охорони δ_1 і кутом зсуву δ ;
- викреслюють межу ціликів у масиві.

6.2.6. Визначають межі і розміри ціликів на розрізі по простяганню на характерних горизонтах. Для цього точки меж ціликів на розрізі вхрест простягання проєктують на розріз по простяганню.

6.2.7. Межі ціликів на розрізах вхрест і по простяганню проєктуються на план і отримують контур ціликів на плані.

6.2.8. Складають звіт з роботи:

- зміст завдання з вказаними цифровими даними за заданим варіантом;
- норми охорони вертикальних стволів при куті падіння пластів $\alpha < 45^\circ$;
- методика побудов запобіжних ціликів з обґрунтуванням кутових параметрів з посиланням на джерело;
- підраховують запаси вугілля у запобіжних ціликах (формула 3.5).

Побудова запобіжного цілика під вертикальні стволи
 при куті падіння пластів $<45^\circ$
 Масштаб 1 : 5000

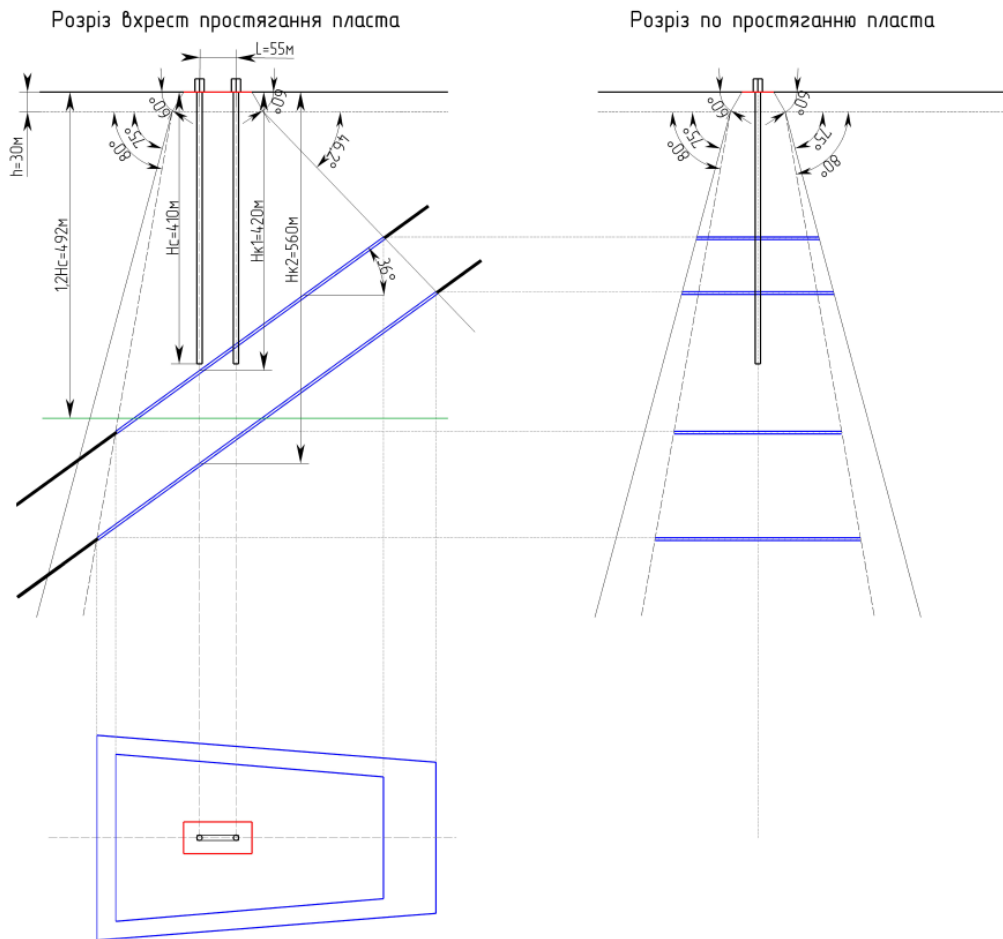


Рисунок 6.1 – Побудова запобіжних ціликів під вертикальні стволи при $\alpha < 45^\circ$. (приклад, варіант А).



ПРАКТИЧНА РОБОТА 7 ПОБУДОВА ЗАПОБІЖНИХ ЦІЛИКІВ ПІД ПОХИЛІ СТВОЛИ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

Робота виконується протягом 4 годин.

Мета роботи: практичне освоєння методики побудови запобіжних ціликів під похилі стволи вугільних шахт

Побудова запобіжних ціликів у пласті k_1 під похилий ствол шахти «Капітальна» у Донецькому басейні, пройдений вхрест простягання по пласту k_2 з кутом падіння α (рис. 7.1).

Похила довжина ствола з зумпфом L , перетин у світлі 4,5х2,5 м. Кріплення ствола – монолітний бетон. Розмір (ширина) пристволових опорних ціликів 50 м.

Вертикальна відстань від підшови похилого ствола (від підшови пласта k_2) до підшови пласта k_1 дорівнює N . Породи міжпластя представлені піщанистими і глинистими сланцями. Наноси відсутні. Марка вугілля K . Раніше (іншими пластами) підробка ствола не відбувалась. Числові значення літерних позначень приведені в таблиці 7.1. Рекомендований масштаб побудови 1:2000.

Таблиця 7.1. – Вихідні дані для побудови запобіжних ціликів під похилий ствол

№варіанта	Похила довжина ствола L , м	Кут падіння пластів α , град	Вертикальна відстань між пластами N , м	Потужність нижнього пласта (k_1) m_1 , м	Потужність верхнього пласта (k_2) m_2 , м
1	2	3	4	5	6
1	255	30	80	1,0	1,2
2	200	25	100	1,2	1,3
3	270	42	90	1,4	1,5
4	210	37	85	1,15	1,4
5	245	30	90	1,3	1,1
6	275	32	95	1,0	1,25
A	180	20	105	1,26	1,7

7.1. Теоретичні відомості

Згідно «Правил підробки...» [1] похилі шахтні стволи необхідно захищати запобіжними ціликами, побудованими по кутам зсуву від меж ділянки, яка охороняється.

До ділянки, яка охороняється, включають: похилий ствол, берму біля його устя і пристволові (опорні) цілики, які залишають на пласті, по якому пройде ствол. Берму шириною 10 м відкладають від устя ствола в бік повстання пласта [1].

Розміри опорних ціликів необхідно приймати відповідно до рекомендацій спеціалізованого інституту УкрНДМІ [1, стор. 69]. В даній роботі ширина опорного цілика приймається рівною 50 м.

Зі збільшенням відстані між похилим стволом і нижчезалягаючим пластом вплив робіт на вказаний пласт зменшується. Таким чином, можна уявити, що з деякої глибини H_6 залишення запобіжних ціликів нераціональне.

Значення H_6 залежить від інтенсивності роботи похилого ствола, можливості і вартості ремонту кріплення, міцностних показників гірських порід, кута падіння пластів. Тому, при значній величині значення відстані N , питання залишення запобіжного цілика у виробничих умовах вирішується з розрахунком усіх економічних та технологічних факторів.

Для рішення цього питання можна користуватися поняттям H_6 . Безпечна глибина визначається з виразу:

$$H_6 = K_6 \cdot m \quad (7.1)$$

де K_6 – коефіцієнт безпечності;

m – потужність пласта, на якому залишається цілик, м.

Безпечна глибина H_6 відкладається по вертикалі від підшви ствола.

Похилі стволи мають надшахтні будівлі та будівлі підйомних машин. Ці поверхневі об'єкти і запобіжні цілики під них будуються по методиці і нормам, згідно [1].

Потім цілик під ствол сполучають з ціликом під надшахтні будівлі і будівлі підйомних машин та викреслюють загальний конур цілика.

В даній роботі цілик будують тільки під похилий ствол.

Значення коефіцієнта K_6 приведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. – Значення коефіцієнта K_6

Підробка	α , град	Матеріал кріплення	
		бетон	дерево і метал
Первинна	0 – 15	160	65
	16 – 45	180	75
	46 і більше	160	70

Вторинна	0 – 15	190	80
	16 – 45	220	90
	46 і більше	190	85

7.2. Порядок виконання роботи

Запобіжний цілик під похилий ствол будують, якщо $H_6 > N$ (де N – вертикальна відстань від підшви ствола до пласта k_1).

7.2.1. Будують вертикальні розрізи та план ствола (рис. 7.1).

Розріз вхрест простягання будують по заданих параметрах α , L , N (згідно варіанту завдання). Потім будують план і розріз по простяганняю. Від ствола по простяганняю і падінню відкладають опорні цілики шириною 50 м у площині пласта.

7.2.2. Будують площу під ствол, що охороняється. В площу, що охороняється, включають ствол, опорний пристволовий цілик і берму шириною 10 м. Берма відкладається від устя ствола в бік повстання пласта і продовжується по простяганняю до перетину з продовженням меж опорного цілика.

7.2.3. Будують запобіжний цілик під площу похилого ствола, що охороняється. На розрізі вхрест простягання проводять лінії горизонтів H_6 під устя і нижню точку охоронюваної площі. З устя ствола і нижньої точки площі, що охороняється, проводять лінії під кутом зсуву γ до перетину з пластом k_1 . Нижніми межами цілика під устя і зумпф ствола є точки перетину ліній під кутом γ з підшвою пласта k_1 або точки перетину горизонтів безпечної глибини з підшвою пласта, якщо вони знаходяться вище перших. На тому ж розрізі з меж площі, що охороняється, від устя ствола проводять лінію під кутом зсуву β і одержують верхню межу цілика під ствол (рис. 7.1).

7.2.4. На перетині по простяганняю проводять з меж площі, що охороняється, (біля устя та біля нижньої межі площі, що охороняється) лінії під кутом зсуву δ і, проектуючи граничні точки ціликів з перетину вхрест простягання, викреслюють контур ціликів в проекції на вертикальну площину по простяганняю (рис. 7.1). Значення кутів зсуву γ , β , δ визначають за «Правилами підробки.....» [1, стор. 11].

7.2.5. Будують запобіжний цілик під ствол у плані. Проектують характерні граничні точки цілика з перетинів на план і, з'єднуючи їх прямими лініями, викреслюють контур цілика на плані (рис. 7.1).

7.2.6. Виконують підрахунки площі запобіжного цілика, підраховують втрати корисної копалини в цілику (формула 3.5).

7.2.7. В роботі студент викладає:

- завдання з вказанням даних варіанту;
- норми охорони похилих стволів;
- методику побудови з обґрунтуванням використаних параметрів.

Побудова запобіжного цілика під похилий ствол
Масштаб 1 : 2000

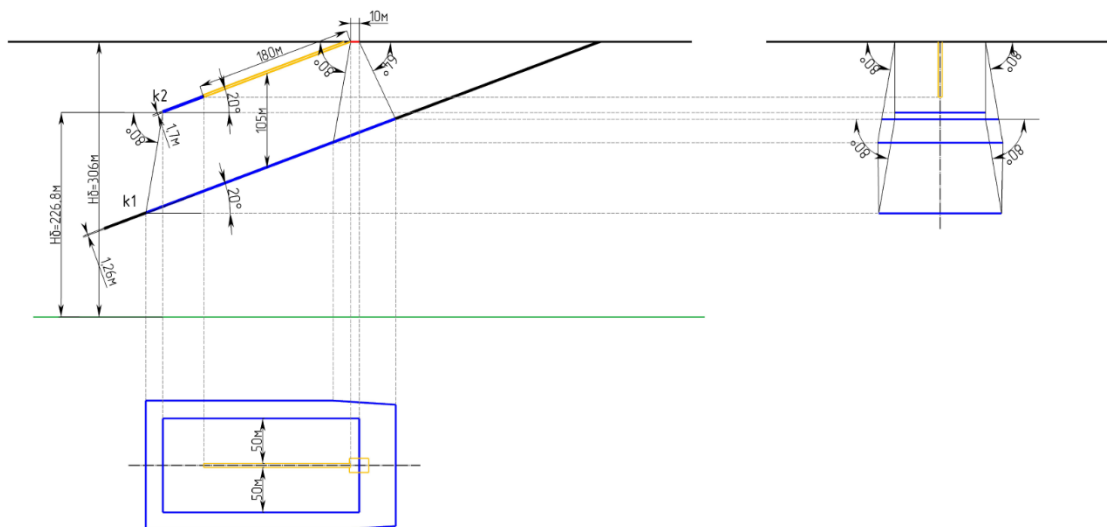


Рисунок 7.1. – Побудова запобіжних ціликів під похилий ствол (приклад, варіант А).



ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Звіт з практичної роботи повинен містити: титульну сторінку, оформлену за зразком (додаток А), опис методики виконання роботи згідно варіанту завдання, графічний додаток – результат виконання побудов за наданою методикою.

Основний текст звіту з практичної роботи оформлюється відповідно до вимог Національного стандарту України «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. ДСТУ 3008:2015».

Звіт готується у друкованому вигляді на аркушах білого паперу формату А4 (210х297мм). Вимоги до оформлення: шрифт Arial, 14 кегль, інтервал – 1,5; береги: верхній, нижній – 2 см, правий – 1,5 см; лівий – 3 см, з абзацним відступом 1,25 см.

Сторінки звіту слід нумерувати арабськими цифрами у правому верхньому куті сторінки, додержуючись наскрізної нумерації. Титульний аркуш включають до загальної нумерації сторінок звіту, але номер сторінки не проставляють. Графічні додатки та таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

Оцінка виставляється згідно з робочою програмою навчальної дисципліни.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. [Чинний від 2003-11-28]. Вид. офіц. Київ, 2004. 128 с. (Галузевий стандарт України).
2. Зрушення земної поверхні при підземних розробках вугільних родовищ : навч. посіб. / Г. О. Антипенко, Г. Ф. Гаврюк, О. С. Кучин, В. О. Назаренко. Дніпропетровськ : Нац. гірн. акад. України, 2002. 140 с.
3. Механіка ґрунтів. Основи та фундаменти / за ред. В. Б. Швеця. 2-ге вид., переробл. та допов. Дніпропетровськ : Пороги, 2014. 231 с.
4. ДБН В.1.1-45:2017 №101. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. [Чинний від 2017-05-03]. Вид. офіц. Київ. 2017. 26 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-42:2016 №180. Настанова щодо проектування будівель і споруд на підроблювальних територіях. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ. 2017. 72 с.
6. Положення про порядок забудови площ залягання корисних копалин загальнодержавного значення : Постанова Кабінету Міністрів України від 17.01.1995 р. № 33. Дата оновлення: 02.04.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/33-95-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.06.2024).
7. Правила безпеки у вугільних шахтах : наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 22.03.2010 р. № 62. Дата оновлення: 16.05.2023. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/RE17693?an=7> (дата звернення: 26.06.2024).
8. Правила безпеки під час розробки родовищ рудних та нерудних корисних копалин підземним способом: наказ Міністерства соціальної політики України від 23.12.2016 р. № 1592. Дата оновлення: 16.05.2023. URL: https://ips.ligazakon.net/document/view/RE29997?an=1&ed=2023_05_16 (дата звернення: 26.06.2024).
9. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки: Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2015-06-22]. Вид. офіц. Київ. 2016. 31 с. (Інформація та документація).
10. ДСТУ 8302:2015 Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 2015-06-22]. Вид. офіц. Київ. 2016. 20 с. (Інформація та документація).



ДОДАТОК А

Приклад оформлення титульної сторінки практичної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Кафедра гірничої справи

ПРАКТИЧНА РОБОТА №__
з дисципліни «Незворотні процеси в гірських масивах і захист
об'єктів поверхні при підробці гірничими роботами»

здобувача вищої освіти за освітньо-
професійною програмою «_____»
(спеціальність 184 Гірництво)

(ім'я та прізвище)

група _____
Керівник

(вчене звання, посада, ім'я та прізвище)

Запоріжжя 20____



Навчально-методичне видання

**Світлана Володимирівна Сахно
Іван Георгійович Сахно**

**НЕЗВОРОТНІ ПРОЦЕСИ В ГІРСЬКИХ МАСИВАХ
І ЗАХИСТ ОБ'ЄКТІВ ПОВЕРХНІ ПРИ ПІДРОБЦІ
ГІРНИЧИМИ РОБОТАМИ:**

**методичні вказівки
до виконання практичних робіт**

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції