

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО ДИСЦИПЛІНІ
"МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО
ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ"**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ"**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО ДИСЦИПЛІНІ
"МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОГО
ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ"**

**Розглянуто:
НА ЗАСІДАННІ КАФЕДРИ
МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ
СПРАВИ
ПРОТОКОЛ № 4
ВІД 13.10.2010 р.**

**Затверджено:
НА ЗАСІДАННІ УЧЕБНО-
ВИДАВНИЧОЇ РАДИ
ДонНТУ
ПРОТОКОЛ № 5
ВІД 06.12.2010 р.**

УДК 622.1: 528

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Маркшейдерське забезпечення безпечного ведення гірничих робіт". // М. М. Грищенко, І. В. Філатова, Н. А. Бугайова – Донецьк: ДонНТУ, 2010. – 65с.

Методичні вказівки призначені для підготовки магістрів, фахівців, бакалаврів, які навчаються по формах навчання: денний, заочна, екстернат.

Методичні вказівки до лабораторних робіт по дисципліні "Маркшейдерське забезпечення безпечного ведення гірничих робіт" рекомендовані до видання методичною комісією спеціальності "Маркшейдерська справа" (протокол № 4 від 13.10.2010 р.)

Автори:

М. М. Грищенко, проф.

І. В. Філатова, доц.

Н.А. Бугайова, ас.

Рецензент:

Е. В. Блинникова, ст. наук. співр.

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
ПО ДИСЦИПЛІНІ "МАРКШЕЙДЕРСЬКЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
БЕЗПЕЧНОГО ВЕДЕННЯ ГІРНИЧИХ РОБІТ"**

Укладачі:

Микола Миколайович Грищенко

Ірина Вікторівна Філатова

Наталія Анатоліївна Бугайова

ЗМІСТ

1. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОЗРОБКИ ШАРІВ, НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО РАПТОВИХ ВИКИДАХ ВУГІЛЛЯ Й ГАЗА.....	6
2. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОЗРОБКИ ШАРІВ, СХИЛЬНИХ ДО ГІРСЬКИХ УДАРІВ.....	28
3. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ З РОЗРАХУНКУ Й ПОБУДОВИ ЗОН ПГТ НА ШАРАХ, НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО ПРОЯВАХ ГІРСЬКОГО ТИСКУ В ОЧИСНИХ ВИРОБКАХ.....	39
4. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ З РОЗРАХУНКІВ І ПОБУДОВИ ЦЛІКІВ ДЛЯ ОХОРОНИ БІЛЯСТВОЛЬНИХ Й РОЗКРИВАЮЧИХ ВИРОБОК.....	57
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	65

1. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОЗРОБКИ ШАРІВ, НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО РАПТОВИХ ВИКИДАХ ВУГІЛЛЯ Й ГАЗА

1.1. Основні вимоги інструкції з безпечного ведення гірничих робіт на шарах, небезпечних по раптових викидах вугілля, породи й газу

У цей час ведення гірничих робіт на погрожуючих шарах та шарах, що небезпечні по викидах регламентується "Інструкцією з безпечного ведення гірських порід на шарах, небезпечних по раптових викидах вугілля, породи й газу" (1989 р.). Нижче наведені загальні положення й основні вимоги із зазначеної інструкції, які повинен знати гірничих інженер-маркшейдер для рішення питань безпечного відпрацьовування шарів, що небезпечні по викидах. Оскільки вимоги нормативних документів є обов'язковими для виконання, то положення з питань безпечного відпрацьовування шарів, що небезпечні по викидах дані строго по інструкції з незначними доповненнями, що не мають принципового значення.

Раптовий викид вугілля й газу являє собою складне газодинамічне явище під впливом гірського тиску, тиску газу й власної ваги вугілля, що має кілька стадій:

- нагромадження й перерозподіл потенційної енергії пружних деформацій вугільного шару й порід, що вміщують, перехід вугільного шару в частині біля вибою в гранично напружений стан, підвищення тріщинуватості, зниження міцності вугілля й підвищення кількості вільного газу (підготовча стадія);
- швидке руйнування напруженої частини шару біля вибою, що супроводжується тріщиноутворенням, дробленням вугілля, інтенсивною десорбцією метану, що приводить до збільшення енергії вільного газу;
- лавинне руйнування вугільного масиву, що розвивається під дією гірського й газового тиску;
- винос зруйнованого вугілля в потоці газу, що розширюється;
- припинення процесу руйнування вугільного масиву й поступове зменшення газовиділення.

Раптовому викиду вугілля й газу можуть передувати попереджувальна ознака: видавлювання або висипання вугілля з вибою, удари й тріски різної сили й частоти в масиві; відскакування шматочків вугілля й шелушення вибою, зниження міцності вугілля, різке збільшення газовиділення у виробок, затиснення бурового інструмента, викид штибу й газу при буравленні шпурів (свердловина).

Кількість викинутого вугілля при раптових викидах змінюється в широких межах від декількох тонн до тисяч тонн. Найбільш великий викид відбувся в 1969 р. у Центральному районі Донбасу на шахті ім. Ю. А. Гагаріна виробничого об'єднання "Артемвугілля" (було викинуто 14 тис. т вугілля й більше 250 тис. м³ метану [1]).

Відмітні ознаки раптового викиду вугілля й газу:

- відкид вугілля від вибою на відстань, що перевищує довжину можливого розміщення його під кутом природного укосу;
- утворення у вугільному масиві порожнини;
- зсув вугілля у виробку;
- підвищене в порівнянні зі звичайним виділення газу в гірничу виробку, при якому відносно газовиділення більше різниці між природної газоносністю шару й залишкової газоносністю викинутого вугілля.

Додатковими ознаками раптових викидів вугілля й газу можуть бути: ушкодження й відкид устаткування, наявність тонкого вугільного пилу на укосі викинутого вугілля й на кріпленні.

До газодинамічних явищ відносяться також обвалення (висипання) вугілля з попутним газовиділенням і раптові викиди породи й газу.

Раптовий викид породи й газу виникає в газоносних породах (піщаниках) і характеризується руйнуванням масиву, що швидко розвивається з відкидом породи й виділенням газу.

Відмітні ознаки викиду породи й газу:

- утворення в масиві порожнини, контур якої складається з породи, яка має шари з тонких чешуєутворених пластинок;
- відкид породи від вибою й дроблення значної її частини до розмірів грубозернистого піску;
- підвищене виділення газу у виробки.

Вугільні шари, схильні до раптових викидів вугілля, породи й газу, розділяють на небезпечні по викидах, особливо небезпечні по викидах, погрожуючі й безпечні по викидах.

Прогноз небезпечності по викидах шахтошарів роблять при веденні геологорозвідувальних робіт, при розкритті шарів, при проведенні підготовчих виробок і веденні очисних робіт.

При поверховому способі підготовки шахтного поля вугільний шар вважають небезпечним по викидах нижче оцінки вентиляційного штреку того обрію, на якому відбувся перший викид вугілля й газу або небезпечність по викидах, яка установлена прогнозом й експертною оцінкою. Якщо перший викид або небезпечна зона мали місце на оцінці вентиляційного штреку, границю перекладу вугільного шару в категорію небезпечних по викидах переносять на 100 м по повстанню.

При панельному або погоризонтному способах підготовки шахтного поля вугільний шар вважають небезпечним по викидах, починаючи з ізогіпси, що проходить на відстані 100 м по шару вище оцінки першого викиду вугілля й газу або небезпечної зони, установленної прогнозом й експертною оцінкою.

В окремих випадках виділяють особливо небезпечні по викидах вугільні шари. До них відносять шахтошари або ділянки: у зонах активних по викидах тектонічних порушень; у зонах підвищеного гірського тиску, ускладнених геологічними порушеннями; при переході створів із кривими частинами ціликів або зупинених вибоїв; на шарах з незахищеною нижньою частиною поверху.

При розробці свит шарів [2, 3] типові місця проявів раптових викидів показані на рис. 1.1.

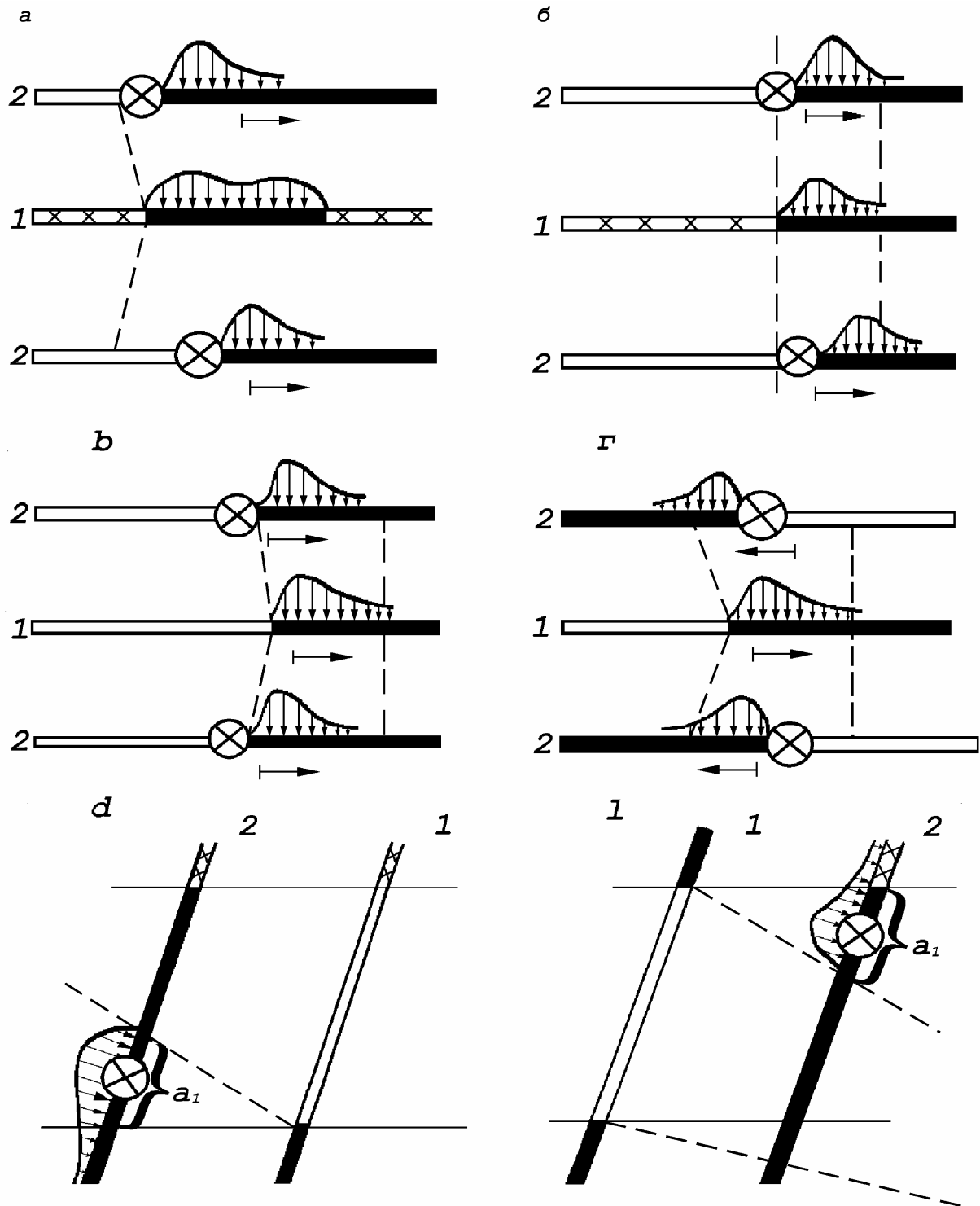


Рис. 1.1. Типові місця раптових викидів вугілля й газу при розробці світи шарів: *а, б* – у зонах ПГТ від ціликів вугілля й при переході створу із крайовою частини сусіднього шару; *в, г* – при розробці шарів, що доганяють і зустрічними вибоями; *д, е* – у незахищеній нижній і верхній частині поверху при висхідному й спадному порядку розробки шарів; *1* – шар, що впливає; *2* – шар небезпечний по викидах

Особливо часто відбуваються раптові викиди вугілля й газу при переході очисними й підготовчими виробками ліній створів від границь ціликів і зупинених лав на сусідніх шарах. Ділянки a_1 в нижній частині поверху при висхідному порядку розробки шарів (рис. 1.1, *д*) і у верхній частині поверху

(рис. 1.1, е) при спадному порядку є ділянками підвищеної небезпеки по раптових викидах, особливо ділянка, показана на рис. 1.1, д.

К погрожуючим відносять шахтошари із глибин, обумовлених для конкретних районів різних вугільних басейнів відповідно до Інструкції [4]. Глибину, з якої здійснюють прогноз небезпечності по викидах вугільних шарів Донецького басейну, визначають залежно від виходу летучих речовин, комплексного показника ступеня метаморфізму вугілля, природної газонасиченості шару й питомого електроопору вугілля.

Незахищені небезпечні по викидах вугільні шари повинні спрацьовуватися із застосуванням прогнозу й способів запобігання раптових викидів, які розділяються на регіональні й локальні.

Регіональні способи запобігання раптових викидів призначені для завчасної обробки вугільного масиву поперед очисних і підготовчих вибоїв. До них відносяться: випереджальне відпрацьовування захисних шарів, дегазація й зволоження вугільних шарів.

На діючих шахтах щорічно при складанні річних програм розвитку гірничих робіт указується перелік шарів (ділянок), на яких повинні застосовуватися регіональні способи запобігання раптових викидів.

Локальні способи запобігання раптових викидів здійснюються з боку очисних або підготовчих вибоїв і призначені для приведення частини вугільного масиву біля вибою в стан небезпечний по викидах.

До локальних способів відносяться: низьконапірне зволоження вугільного шару, гідророзпушування, гідровіджим шару, буравлення випереджальних свердловин, гідровимивання випереджальних порожнин, утворення розвантажувальних пазів і щілин, торпедування вугільного масиву.

У всіх випадках застосування регіональних і локальних способів запобігання раптових викидів вугілля й газу необхідно здійснювати контроль їхньої ефективності.

Розкриття й підготовка шахтних полів з небезпечними по викидах й погрожуючими вугільними шарами повинні забезпечувати:

- максимальне використання випереджальної розробки захисних шарів і застосування регіональних способів запобігання викидів;
- закладення підготовчих виробок у безпечних по викидах і захищених шарах, а також у безпечних по викидах породах;
- найменше число перетинань небезпечних по викидах шарів вугілля й порід гірськими виробками;
- застосування на незахищених небезпечних по викидах вугільних шарах стовпових систем розробки;
- розосередження вентиляційних потоків у шахтному полі, можливість його секційного провітрювання, відособленість провітрювання підготовчих вибоїв і підсвіження вихідних струменів виймальних ділянок;
- проведення підготовчих виробок, загальних для суміжних лав пологих шарів, повторне використання виробок, проведення їх без залишення ціликів між виробкою і виробленим простором.

Порядок відпрацьовування шарів приймають відповідно до "Перспективних схем використання захисних шарів". Для умов крутих і

крутонахилених шарів на шахтах Донецького басейну до здачі обрію в експлуатацію на захисному шарі повинне бути підготовлене й відпрацьоване перше від головного квершлагоу виймальне поле на довжину не менш 400 м.

На розкриття, проведення підготовчих виробок і ведення очисних робіт на небезпечних по викидах й погрожуючих шарах повинен бути складений комплекс мір по боротьбі з раптовими викидами вугілля й газу, що відповідає вимогам Інструкції [4]. Комплекс мір повинен бути погоджений з МакНДІ й затверджений технічним директором виробничого об'єднання й повинен переглядатися не рідше одного разу в рік. На підставі комплексу мір розробляють паспорт вийманої ділянки й паспорт проведення й кріплення виробок. Паспорт повинен бути складений відповідно до "Інструкції для складання паспортів вийманої ділянки проведення й кріплення виробок" і затверджений головним інженером шахти.

Паспорта на розкриття небезпечних по викидах шарів, а також на відпрацьовування особливо небезпечних по викидах шарів або ділянок, зміни й доповнення до них погоджує МакНДІ й затверджує технічний директор виробничого об'єднання.

Розробку незахищених небезпечних по викидах вугільних шахтошарів необхідно робити стовповими системами. У випадках, коли по гірничо-геологічних умовах не представляється можливим застосувати стовпову систему розробки, з дозволу технічного директора об'єднання допускається застосування суцільної або комбінованої системи розробки.

При використанні суцільної системи розробки на незахищених небезпечних по викидах крутих і крутонахильних шарах вибій відкаточного штреку повинен випереджати очисний вибій (вважаючи від першого уступу лави або нижнього сполучення лави зі штреком) не менш чим на 100 м. Просіки (нижні печі) повинні випереджати очисний вибій не менш чим на 20 м.

На пологих і похилих шарах при суцільній системі розробки допускається проведення відкаточного (конвеєрного) штреку по вугіллю одним вибоєм з лавою або з випередженням не менш 100 м. В окремих випадках за висновком МакНДІ випередження конвеєрного штреку може встановлюватися менш 100 м залежно від гірничотехнічних умов. При цьому відбиток вугілля у випередженні здійснюють сотрясальним висадженням.

Закладення польових виробок необхідно проводити на відстані не менш 5 м від небезпечних по викидах вугільних шарів по нормалі. В окремих випадках за узгодженням з МакНДІ допускається закладення польових виробок на меншій відстані. При цьому польові виробки варто проводити з буравленням розвідницьких контрольних свердловин через кожні 5 м подвигання.

При проведенні польової виробки буровибуховим способом режим сотрясального висадження вводять при підході до шару на відстань, рівне 3 м по нормалі.

Підготовчі виробки з кутами нахилу більше 10° повинні проводитися в напрямку зверху вниз. Виробку з кутом нахилу більше 10° можна проводити знизу нагору комбайнами з дистанційним керуванням зі свіжого струменя повітря без постійної присутності людей у виробці.

В аварійних випадках виробку з кутами нахилу понад 10° з дозволу технічного директора виробничого об'єднання (головного інженера комбінату) можна проводити в напрямку знизу нагору відбійними молотками із застосуванням локальних способів запобігання раптових викидів вугілля й газу, контролем їхньої ефективності й заходами щодо забезпечення безпеки працюючих.

У захищених зонах похилі виробки можна проводити знизу нагору за умови дотримань вимог безпеки для газових шахт.

Підготовчі й очисні роботи у встановлених прогнозом небезпечних зонах необхідно проводити із застосуванням способів запобігання раптових викидів вугілля й газу й контролем їхньої ефективності.

У безпечних зонах, установлених прогнозом, підготовчі й очисні роботи можна робити без застосування способів запобігання раптових викидів вугілля й газу.

1.2. Розрахунок і побудова границь захищених зон

Багаторічним досвідом ведення гірничих робіт на вугільних шахтах встановлено, що найбільш ефективним способом запобігання раптових викидів вугілля й газу є випереджальне відпрацьовування захисних шарів.

Захисту підлягають небезпечні по викидах та погрожуючі вугільні шари й шари небезпечних по викидах піщаників, по яких проводяться гірські виробки.

При виїмці світ шарів захисним вважається такий шар (прошарок), випереджаючи розробку якого забезпечує повну безпеку відносно раптових викидів на шарі світи, що захищає (небезпечному по викидах) або часткове розвантаження від гірського тиску, що полегшує виконання інших способів боротьби з раптовими викидами. Варто передбачати випереджальне відпрацьовування безпечних шарів у якості захисних. Якщо всі шари у свиті є небезпечними по викидах, то у якості захисного шару необхідно розробляти в першу чергу найменш небезпечний шар або шар, що випереджає розробкою якого забезпечується найбільш ефективно застосування комплексу мір по запобіганню раптових викидів вугілля й газу й досягається максимальний захист сусідніх шарів по площі.

Механізм захисної дії випереджального підробітку й надробітку небезпечних по викидах шарів полягає в наступному.

При відпрацьовуванні захисного шару в приробленій товщі відбуваються зрушення й деформації шарів гірських порід і вугільних шарів. Внаслідок деформацій й утворення тріщин у приробленій товщі відбуваються дегазація небезпечних шарів і зменшення тиску газу в них. Одночасно із процесом зрушення відбувається перерозподіл напруженого стану порід і вугільних шарів, у результаті чого в приробленій і надробленій товщі утворюються зони розвантаження й зони підвищеного гірського тиску.

У надробленій товщі при невеликій потужності міжшарря захисна дія викликається не тільки утворенням зони розвантаження, але й зменшенням тиску газу за рахунок дегазації небезпечного шару. При великій потужності міжшарря захисна дія випереджального надробітку обумовлена зменшенням

напруженого стану небезпечного вугільного шару внаслідок розвантаження його від первісного гірського тиску [1].

Таким чином, механізм захисної дії випереджальної розробки захисних шарів полягає в зменшенні напруженого стану небезпечних шарів і зниженні тиску газу на небезпечних шарах внаслідок збільшення газопроникності шляхом розвантаження й дегазації прироблених і надроблених шарів вугілля й порід.

При випереджальній розробці захисних шарів під захищеною зоною розуміється частина зони розвантаження в приробленій і надробленій товщі, у межах якої не відбуваються раптові викиди вугілля й газу при відпрацьовуванні небезпечних по викидах шарів. У захищеній зоні заходу щодо боротьби з раптовими викидами не застосовуються.

Для побудови границь захищених зон необхідно мати наступні вихідні дані:

- глибину розробки захисного шару H , м;
- виймана потужність захисного шару m , м;
- кут падіння шару α , градусів;
- прийнятий спосіб керування покрівлею в лаві на захисному шарі;
- розміри виробленого простору на захисному шарі по падінню a і простяганню b ;
- процентний вміст піщаників у складі міжшарря η .

Глибина H розробки захисного шару приймається рівної відстані від земної поверхні до нижньої границі очисного виробку захисного шару.

Спосіб керування покрівлею на захисному шарі враховується введенням поняття ефективної потужності захисного шару $m_{\text{эф}}$. При повнім обваленні $m_{\text{эф}} = m$, у випадку застосування закладки виробленого простору значення $m_{\text{эф}}$ визначається по формулі

$$m_{\text{эф}} = k \cdot m, \quad (1.1)$$

де k – коефіцієнт, що враховує компресійні властивості закладного матеріалу. При гідравлічній закладці $k = 0,2$, при інших видах закладки $k = 0,3$.

Якщо відомо коефіцієнт усадки закладного матеріалу k_y , то $k = 0,1 + k_y$.

Для шарів крутого падіння Центрального району Донбасу при гідрозакладці k приймається рівним 0,35, при інших видах закладки $k = 0,45$.

При керуванні покрівлею втриманням на багаттях приймається $k = 0,7$.

При розробці захисного шару без залишення ціликів вугілля між вийманими ділянками, а також при залишенні ціликів, розмір яких менш $0,1l$ (де l - ширина зони опорного тиску, обумовлена по номограмі на рис. 3.2 залежно від глибини розробки й потужності захисного шару), за величини a й b приймають сумарну ширину виробленого простору по падінню або простяганню. Якщо розмір цілика перевищує $0,1l$, то за величину a або b приймають відповідно ширину виробленого простору на захисному шарі по падінню або простяганню, обмежену з однієї сторони ціликом, а з іншого боку - вугільним масивом.

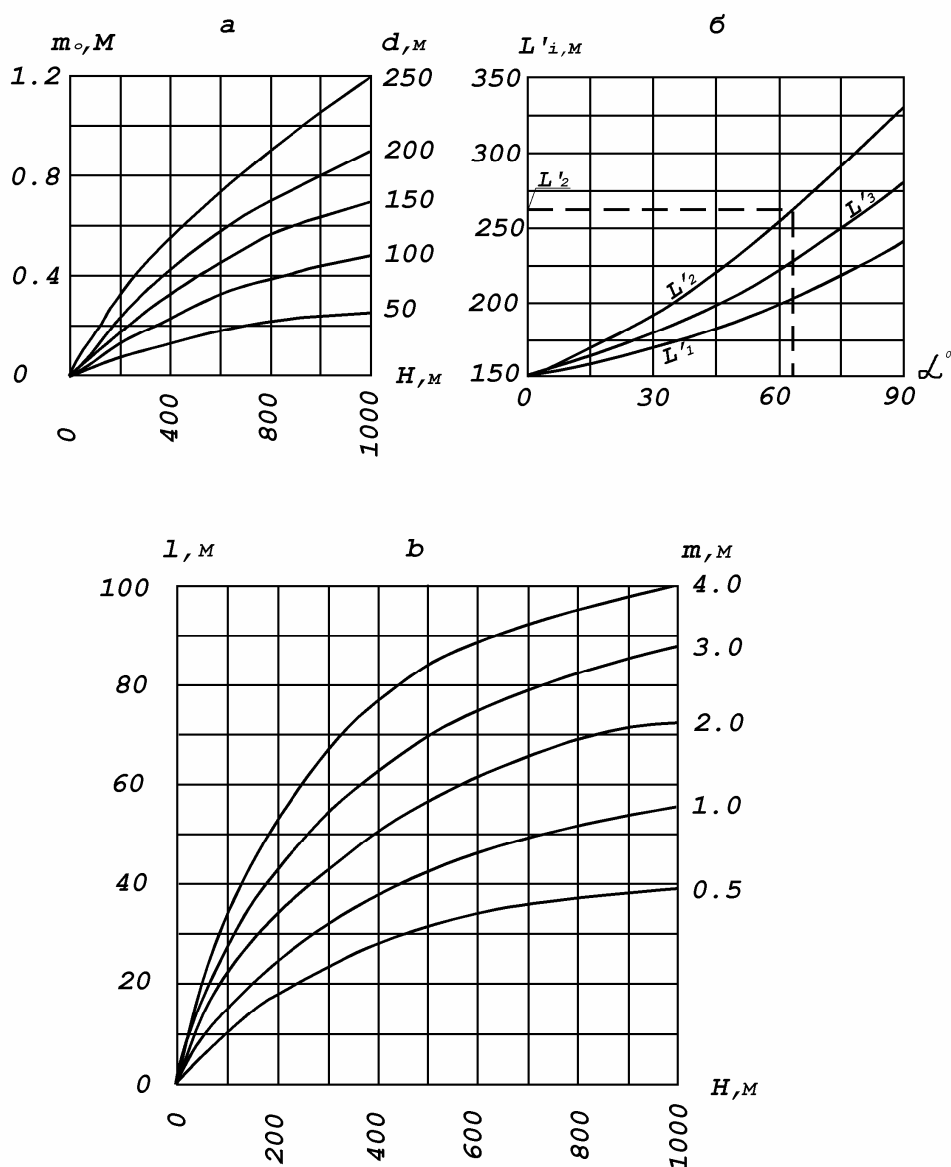


Рис. 1.2. Номограма для визначення ширини зони опорного тиску

Побудова захищених зон виконують на розрізах вхрест простягання й по простягання шарів.

При відпрацьовуванні захисного шару стовпами по простягання, залежно від розмірів виробленого простору на захисному шарі, розрізняють два випадки побудови захищених зон:

- 1) при ширині виробленого простору $a \leq L_1 + L_2$;
- 2) при розмірах виробленого простору $a > L_1 + L_2$ й $b > 2L_3$.

При відпрацьовуванні захисного шару стовпами по повстанню (падінню) розрізняють також два випадки побудови захищених зон:

- 1) при $b \leq 2L_3$;
- 2) при $b > 2L_3$ й $a > L_1 + L_2$.

Параметри L_1 , L_2 й L_3 , що враховують вплив розмірів виробленого простору на захисному шарі на розміри захищених зон, визначаються по формулах:

Кути захисту δ_1 й δ_2 для побудови захищеної зони в покрівлі захисного шару й кути захисту δ_3 й δ_4 для побудови захищеної зони в ґрунті захисного шару визначаються по табл. 1.1 залежно від кута падіння шарів.

Кути захисту δ_i – це внутрішні кути стосовно виробленого простору захисного шару між бічними границями захищеної зони й площиною захисного шару.

Таблиця 1.1

Кути захисту δ_i й кути тиску φ_i

Кут падіння α , градусів	Кути захисту, градусів				Кути тиску, градусів		
	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	φ_1	φ_2	φ_3
0	80	80	75	75	64	64	64
10	77	83	75	75	62	63	63
20	73	87	75	75	60	60	61
30	69	90	77	70	59	59	59
40	65	90	80	70	58	56	57
50	70	90	80	70	56	54	55
60	72	90	80	70	54	52	53
70	72	90	80	72	54	48	52
80	73	90	78	75	54	46	50
90	75	80	75	80	54	43	48

Якщо напрямок подвигання очисного вибою не збігається ні з лінією простягання, ні з лінією падіння, то при визначенні кутів захисту δ_i й кутів тиску φ_i по табл. 1.1 за величину кута падіння α приймають кут нахилу шару в перетині, по якому будується розріз.

Розміри захищеної зони в покрівлю S_1 й ґрунт S_2 визначаються по формулах

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot S_1'; \\ S_2 &= \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot S_2' \end{aligned} \right\}, \quad (1.4)$$

де β_2 – коефіцієнт, що враховує процентний вміст піщаників у складі міжшаря h_1 або h_2 .

$$\beta_2 = 1 - 0,4 \cdot \frac{\eta}{100}, \quad (1.5)$$

Значення параметрів S_1' і S_2' знаходяться по табл. 1.2 залежно від розмірів виробленого простору й глибини розробки.

Значення розмірів захищеної зони S_1' й S_2'

Глибина, H , м	Розмір виробки a або b , м									
	S_1'					S_2'				
	50	100	150	200	≥ 250	50	100	150	200	≥ 250
300	70	125	172	205	220	56	76	87	90	92
400	58	112	155	182	194	40	58	71	74	76
500	50	100	142	164	174	29	49	62	66	68
600	45	90	126	146	155	24	43	55	59	61
800	33	73	103	127	135	21	36	45	49	50
1000	27	57	88	114	122	18	32	41	44	45
1200	24	50	80	104	113	16	30	37	40	41

Якщо для лав захисного шару довжиною більше 80 м з розрахунку отримане $S_2 < 20$ м, то варто приймати $S_2 = 20$ м.

Раніше відзначалося, що зі збільшенням довжини лави тиск приробленої товщі порід на ґрунт очисної виробки зростає. У зв'язку із цим при значних розмірах виробленого простору тиск прироблених порід на ґрунт захисного шару в середній частині виробленого простору буде дорівнювати ваги стовпа порід від покрівлі шару до земної поверхні. У цьому випадку над і під середньою частиною виробленого простору захисного шару не відбувається розвантаження масиву порід від первісного гірського тиску й виникає так називана область відновлення небезпечних навантажень.

Область відновлення небезпечних навантажень утвориться в приробленій і надробленій товщі тільки лише при одночасному виконанні двох умов:

- 1) розмір виробленого простору a на розрізі вхрест простягання $a > L_1 + L_2$;
- 2) розмір виробленого простору b по простяганням $b \geq 2L_3$.

У цих випадках побудова захищеної зони на розрізах вхрест простягання й по простяганням виконуються згідно рис. 1.3, б, в. Значення кутів тиску φ_1 й φ_2 визначаються залежно від кута падіння шарів по табл. 1.1.

Область відновлення небезпечних навантажень у покрівлі захисного шару включається в зону, захищену від викидів. Однак варто мати на увазі, що в ній, внаслідок відновлення небезпечного рівня навантажень, можуть відбуватися гірські удари, раптові висипання вугілля й інші динамічні явища негазового типу. Дальність ефективного захисту від раптових викидів у ґрунт захисного шару в межах області відновлення небезпечних навантажень приймається рівною $0,7S_2$.

Побудова границь захищеної зони на розрізі по простяганням щодо очисного вибою, що рухається, захисного шару при відпрацьовуванні його стовпами по простяганням виробляється відповідно до схеми, наведеної на рис. 1.3, в.

Аналіз формул (1.2)–(1.4) і рис. 1.3 показує фізичний зміст критичної потужності захисного шару m_0 . Критична потужність m_0 – це значення

Припустиме випередження очисних робіт на захисному шарі

Умови роботи	Величина припустимого випередження
<i>Мінімальне випередження</i>	
b_1' – при підробітку	h_1 , але не менш 20 м
b_2' – при надробітку	h_2 , але не менш 20 м
<i>Максимальне випередження</i>	
b_1 – при підробітку	не обмежується
b_2 – при надробітку	не обмежується

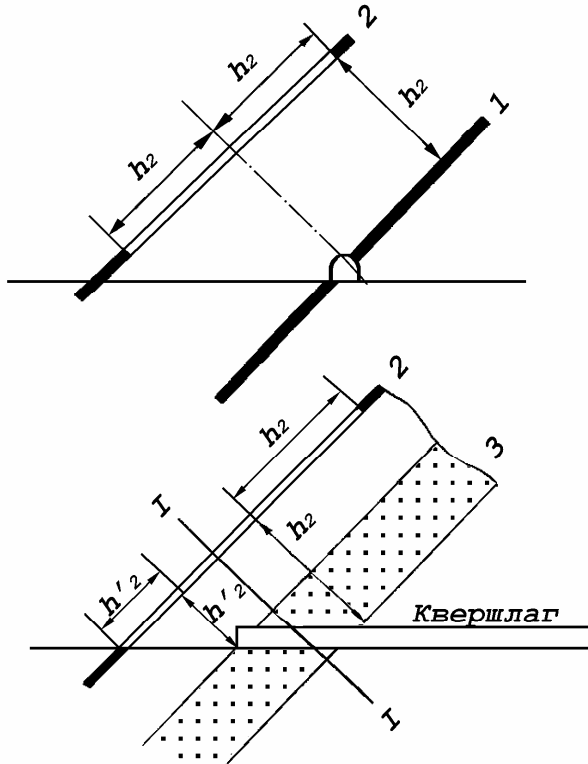
1.3. Побудова границь локальної виїмки захисних шарів

Локальну виїмку захисних шарів доцільно застосовувати при відстані між захисним шаром і об'єктом, що захищається по нормалі не більше 30 м.

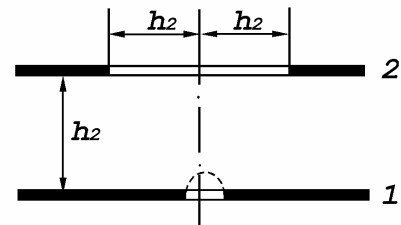
Локальна виїмка захисних шарів може застосовуватися для захисту:

- вибоїв підготовчих виробок, проведених по небезпечних по викидах вугільних шарах або по небезпечним по викидах піщаниках (рис. 1.5, а);
- місць розкриття небезпечних по викидах шарів вугілля й небезпечних по викидах шарів піщанику квершлагами (рис. 1.5, б, в);
- незахищених ділянок у нижній частині поверху при висхідному порядку відпрацювання крутих шарів.

а



б



в

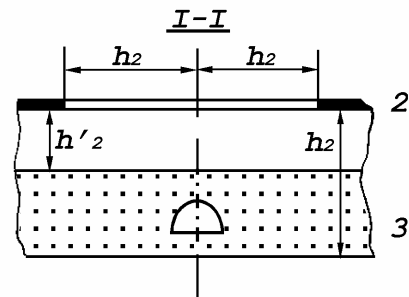


Рис. 1.5. Схема до визначення параметрів локальної виїмки захисних шарів: а – захист горизонтальної виробки на небезпечному шарі; б - захист похилої виробки на небезпечному шарі; в – захист вибою квершлагоу,

проведеного по небезпечній по ударах породі; 1 – небезпечний шар; 2 – захисний шар; 3 – небезпечна по ударах порода

Визначення параметрів локальної виїмки захисних шарів при надробітку показано на рис. 1.5. При підробітку розміри локальної виїмки захисних шарів знаходять аналогічним образом, замінюючи відстані по нормалі h_2 й h_2' на h_1 й h_1' .

1.4. Розрахунок і побудова границь зон ПГТ при відпрацьовуванні небезпечних по викидах шарів

Як указувалося вище, при розробці світи шарів зони підвищеного гірського тиску утворюються під і над ціликами й крайовими частинами сусідніх вугільних шарів. Таким чином, цілики й крайові частини сусідніх шарів є джерелами утворення зон ПГТ у товщі порід. Зони підвищеного гірського тиску характеризуються тим, що в них нормальні до нашарування напруги σ_y по абсолютних величинах більше нормальних до нашарування напруг σ_y^0 у недоторканому масиві до ведення гірничих робіт. Тому зони ПГТ є ділянками підвищеної небезпечності по викидах й небезпечності по ударах вугільних шарів.

Ціликом при побудові зон ПГТ називають частину невідпрацьованого вугільного шару, найменший розмір якого L не перевищує $2l$, де l – ширина зони опорного тиску, обумовлена по номограмі (рис. 1.2, в) залежно від глибини розробки й вийманої потужності шару, на якому залишено цілик або крайова частина. Обліку підлягають цілики, мінімальний розмір яких перевищує $0,1l$, а на потужних шарах – всі цілики, мінімальний розмір яких більше 8 м.

Краєвою частиною шару називають ділянку невідпрацьованого вугільного шару, найменший розмір якого перевищує $2l$.

Для побудови границь зон ПГТ необхідно мати наступні вихідні дані:

- глибину розробки H шару, на якому залишено цілик або крайова частина, м;
- кут падіння шару α , градусів;
- потужність вийманого шару, m , м;
- розмір виробленого простору a на шарі, на якому залишено цілик або крайова частина, м;
- розмір цілика L , м;
- потужність міжшаря при підробітку h_1 або при надробітку h_2 , м.

При відпрацьовуванні шарів без ціликів або при залишенні міжповерхових (міжярусних) ціликів шириною менш $0,1l$ за розмір виробленого простору a приймають сумарну ширину виробленого простору; при розмірах ціликів більше $0,1l$ за величину a приймають похилу висоту поверху (ярусу). При розробці шарів стовпами по падінню (повстанню) за величину a приймають довжину лави.

Вихідні дані H , α , m , a , L беруть із плану гірничих виробок шару, на якому залишено цілик або крайова частина, від яких будуються зони ПГТ.

1.4.1. Побудова границь зон ПГТ від крайових частин

Побудова границь зон ПГТ від крайових частин на розрізах вхрест простягання й по простягання шарів виконується у відповідності зі схемами, наведеними на рис. 1.6, *а* й 1.7, *а*. При цьому по номограмі, представленій на рис. 1.2, *в*, установлюють ширину зони опорного тиску l залежно від глибини розробки H й вийманої потужності m шару, на якому залишена крайова частина. Розміри зон ПГТ у покрівлю d_1 й ґрунт d_2 від крайової частини визначають по табл. 1.4 залежно від розмірів виробленого простору a й глибини розробки шару H .

Кути захисту δ_1 , δ_2 , δ_3 , δ_4 знаходять по табл. 1.1 залежно від кута падіння шару. При побудові зон ПГТ на розрізі по простягання кути захисту δ_1 (δ_2) і δ_3 (δ_4) приймають відповідно рівними 80° й 75° .

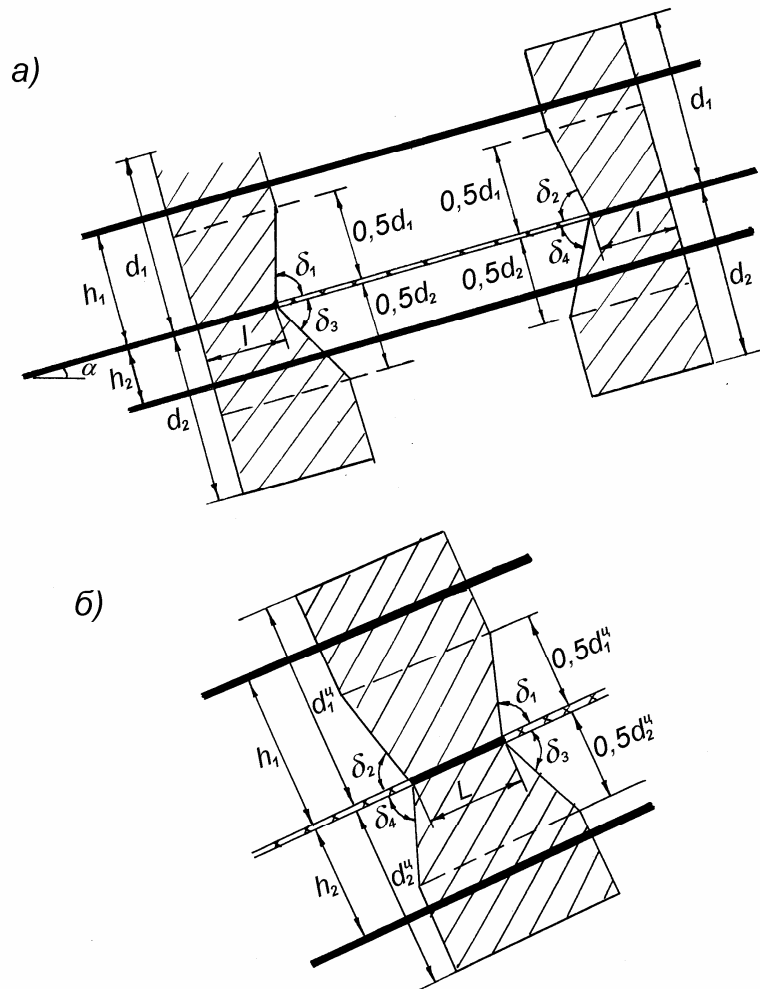


Рис. 1.6. Побудова на розрізі вхрест простягання границь зон ПГТ, небезпечних по раптових викидах: *а* – від крайових частин; *б* – від ціликів

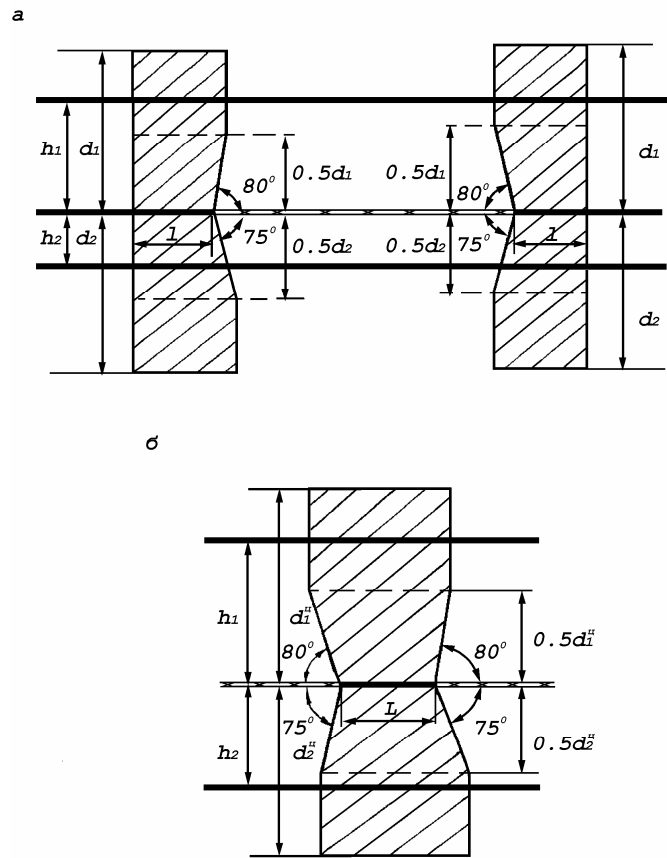


Рис. 1.7. Побудова на розрізі по простяганню границь зон ПГТ, небезпечних по раптових викидах: *а* – від крайових частин; *б* – від ціликів

Таблиця 1.4

Глибина H , м	Значення дальностей зон ПГТ d_1 й d_2									
	Значення d_1 , м при розмірі a , м					Значення d_2 , м при розмірі 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	115	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	180

Примітки:

1. При $a < 100$ м величини d_1 й d_2 приймають рівними значенням d_1 й d_2 для $a = 100$ м.

2. При $a > 250$ м величини d_1 й d_2 приймають рівними значенням d_1 й d_2 для $a = 250$ м.

1.4.2. Побудова границь зон ПГТ від ціликів

Побудова границь зон ПГТ від ціликів на розрізах вхрест простягання й по простяганню виконується у відповідності зі схемами, наведеними на рис. 1.6, б й 1.7, б. При цьому необхідно враховувати, що кути захисту δ_1 й δ_3 відповідають нижній границі лави, а кути захисту δ_2 , δ_4 – верхній границі лави.

Розміри зони ПГТ від цілика в покрівлю d_1^u й у ґрунт d_2^u розраховують по формулах:

$$\left. \begin{aligned} d_1^u &= k \cdot d_1; \\ d_2^u &= k \cdot d_2 \end{aligned} \right\}, \quad (1.6)$$

де k – коефіцієнт, обумовлений по табл. 1.5 залежно від відношення ширини цілика L до ширини зони опорного тиску l ; d_1 й d_2 – розміри зон ПГТ від крайової частини в покрівлю й ґрунт, обумовлені по табл. 1.4 залежно від розмірів виробленого простору a і глибини розробки шару H .

Таблиця 1.5

Значення коефіцієнта k

L/l	$\leq 0,1$	0,15	0,20	0,25	0,35	0,5	1,0	1,5	$\geq 2,0$
k	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,13	1,25	1,13	1,0

У конкретних гірничо-геологічних умовах шахт ширина ціликів по їхній довжині може змінюватися в широких межах. При побудові границь зон ПГТ від ціликів із шириною, що змінюється, розмір *цілика* L визначають у такий спосіб. Якщо в найбільш широкій частині цілика $L_{\max} < l$, то за розмір цілика приймають його найбільшу ширину $L = L_{\max}$. Якщо в самій вузькій частині $L_{\min} > l$, то за розмір цілика приймають його найменшу ширину $L = L_{\min}$. Якщо в самій широкій частині $L_{\max} > l$, а в самій вузькій частині $L_{\min} < l$, то за розмір цілика приймають $L = l$.

При побудові зон ПГТ від ціликів за величину a для знаходження d_1 й d_2 по табл. 1.4 приймають найбільшу ширину виробленого простору, що прилягає до цілика.

У випадку накладення зон ПГТ від декількох крайових частин або ціликів сусідніх шарів на ту саму ділянку розглянутого шару побудова зон ПГТ виробляється окремо від кожної крайової частини або цілика згідно рис. 1.6 й 1.7. Отримані границі зон ПГТ на вертикальних розрізах вхрест простягання й по простяганню переносять на план гірничих виробок розглянутого шару.

1.5. Категорії небезпеки зон ПГТ і порядок застосування мір запобігання раптових викидів у зонах ПГТ

Категорія небезпеки зони ПГТ установлюється залежно від умов розробки шару в зоні ПГТ, потужності міжшарів h_1 й h_2 і розмірів зон ПГТ від крайових частин і ціликів d_1 й d_2 згідно [4] по табл. 1.6.

Категорії небезпеки зон ПГТ

Категорії	Умови розробки шару в зоні ПГТ	Порядок застосування комплексу мір у зоні ПГТ
I	При переході створів із границями очисних робіт при $10 \text{ м} < h_2 \leq 0,5 \cdot d_2$ $10 \text{ м} < h_1 \leq 0,5 \cdot d_1$ Зони ПГТ, ускладнені геологічними порушеннями	Особливо небезпечні ділянки, гірничі роботи ведуть відповідно до інструкції [4]
II	При переході створів із границями очисних робіт при $0,5 \cdot d_2 < h_2 \leq 0,8 \cdot d_2$ $0,5 \cdot d_1 < h_1 \leq 0,8 \cdot d_1$ і в зонах ПГТ від ціликів і крайових частин при $h_2 \leq 0,8 \cdot d_2$ $h_1 \leq 0,8 \cdot d_1$	Погоджують із МакНДІ
III	У зонах ПГТ при $0,8 \cdot d_2 < h_2 \leq d_2$ $0,8 \cdot d_1 < h_1 \leq d_1$	Визначає головний інженер шахти. Допускається ведення поточного прогнозу, при виявленні небезпечних зон ділянка переводиться в II категорію

При потужності міжшарів $h_1 (h_2) < 10 \text{ м}$ ведення гірничих робіт у зонах ПГТ при переході створів зупинених очисних робіт допускається при механізованій виїмці вугілля без присутності людей у вибої або в режимі сотрясального висадження. В інших випадках порядок застосування комплексу мір по запобіганню раптових викидів вугілля й газу в зонах ПГТ визначають відповідно до табл. 1.6.

Особливу увагу варто приділяти веденню гірничих робіт у зонах ПГТ при переході створів від границь ціликів, крайових частин і зупинених очисних вибоїв на сусідніх шарах. Під створом розуміється лінія перетинання покрівлі або ґрунту розроблювального небезпечного шару із площиною, проведеної перпендикулярно нашаруванню через границю очисної виробки шару, що підробляється (надробляється) (рис. 1.1).

Ведення гірничих робіт у зонах ПГТ при переході створів зустрічними вибоями, що доганяють, не дозволяється. У виняткових випадках (зупинка очисного вибою шару, що впливає, внаслідок його виклинцювання або наявності непереходимого геологічного порушення, підхід до границі шахтного поля, залишення охоронного цілика) ведення гірничих робіт при переході створів допускається з дозволу технічного директора виробничого об'єднання. При цьому перехід створу рекомендується здійснювати в напрямку виробленого простору шару, що впливає.

Ділянки небезпечного по викидах шару в зонах ПГТ, ускладнених геологічними порушеннями, відносять до першої категорії небезпеки

незалежно від співвідношення потужності міжшарів $h_1 (h_2)$ і дальності зон ПГТ $d_1 (d_2)$.

Внаслідок дегазації небезпечних вугільних шарів на ділянках довжиною 15 м, що примикають до виробленого простору поверхів (ярусів), що лежать вище, у зонах ПГТ від крайових частин і ціликів сусідніх шарів установлюють III категорію небезпеки, незалежно від співвідношень $h_1 (h_2)$ й $d_1 (d_2)$.

У зонах ПГТ від ціликів або крайових частин небезпека по раптових викидах відсутня, якщо небезпечний шар надроблен шаром при потужності міжшаря h_2 , не перевищуючої $0,4S_2$ (рис. 1.8, а), або прироблений шаром при потужності міжшаря h_1 , не перевищуючої $0,6S_1$ (рис. 1.8, б).

В умовах накладення зон ПГТ від декількох сусідніх шарів на ту саму ділянку розроблювального шару категорію небезпеки встановлюють по найнебезпечнішій зі сполучених зон. При однакових категоріях сполучених зон ділянку переводять у більш високу категорію.

1.6 Умови утворення незахищених ділянок на небезпечному шарі між границями захищених зон і зон ПГТ

З аналізу схем побудови захищених зон і зон ПГТ (рис. 1.3, 1.4, 1.6, 1.7) видно, що в тих випадках, коли $S_1 > 0,5d_1 (d_1^H)$ й $S_2 > 0,5d_2^H$, між границями захищених зон і зон ПГТ утворюються незахищені ділянки.

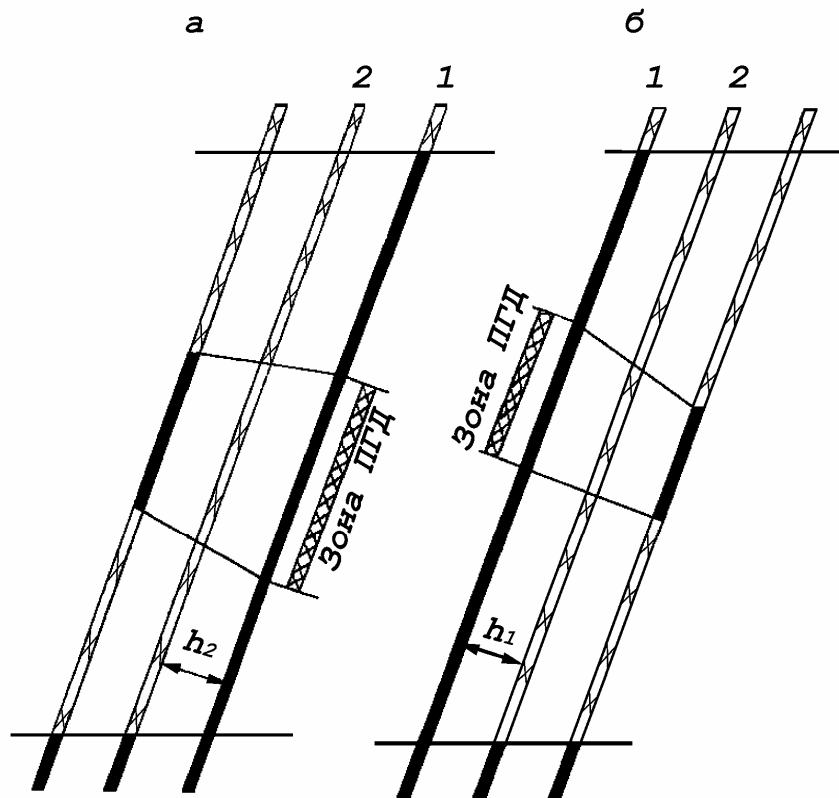


Рис. 1.8. Умови ефективного захисту від раптових викидів при наявності зон ПГТ: а – при надробітку захисний шар розташований на відстані

$h_2 \leq 0,4S_2$; δ – при підробітку захисний шар розташований на відстані $h_1 \leq 0,6S_1$; 1 – шар, небезпечний по викидах; 2 – захисний шар

Так, наприклад, при значеннях $\beta_1 = 1,0$, $\beta_2 = 0,9$, $a = 200$ м й $H = 400$ м розміри захищеної зони в покрівлю й у ґрунт шару згідно табл. 1.2 і формулі (1.4) відповідно рівні: $S_1 = 0,9 \times 182 = 163,8$ м, $S_2 = 0,9 \times 74 = 66,6$ м. У той же час згідно табл. 1.4 величини $0,5d_1 = 61$ м й $0,5d_2 = 56$ м. У цих же умовах для зон ПГТ від цілика при $L/l = 0,2$ згідно табл. 1.5 значення $0,5d_1^u = 30,5$ м й $0,5d_2^u = 28$ м. З наведеного приклада треба, що значення S_1 й S_2 істотно перевищують величини $0,5d_1$ й $0,5d_2$, особливо при залишенні на сусідніх шарах ціликів невеликих розмірів.

У загальному випадку на небезпечних шарах (рис. 1.9) незахищені ділянки між границями захищених зон і зон ПГТ утворяться при виникненні наступних умов:

$$\left. \begin{aligned} 0,5d_1(d_1^u) < h_1 \leq S_1; \\ 0,5d_2(d_2^u) < h_2 \leq S_2. \end{aligned} \right\} \quad (1.7)$$

На незахищених ділянках між границями захищених зон і зон ПГТ повинні виконуватися такі ж міри запобігання раптових викидів вугілля й газу, як і при розробці одиночних небезпечних по викидах шарів.

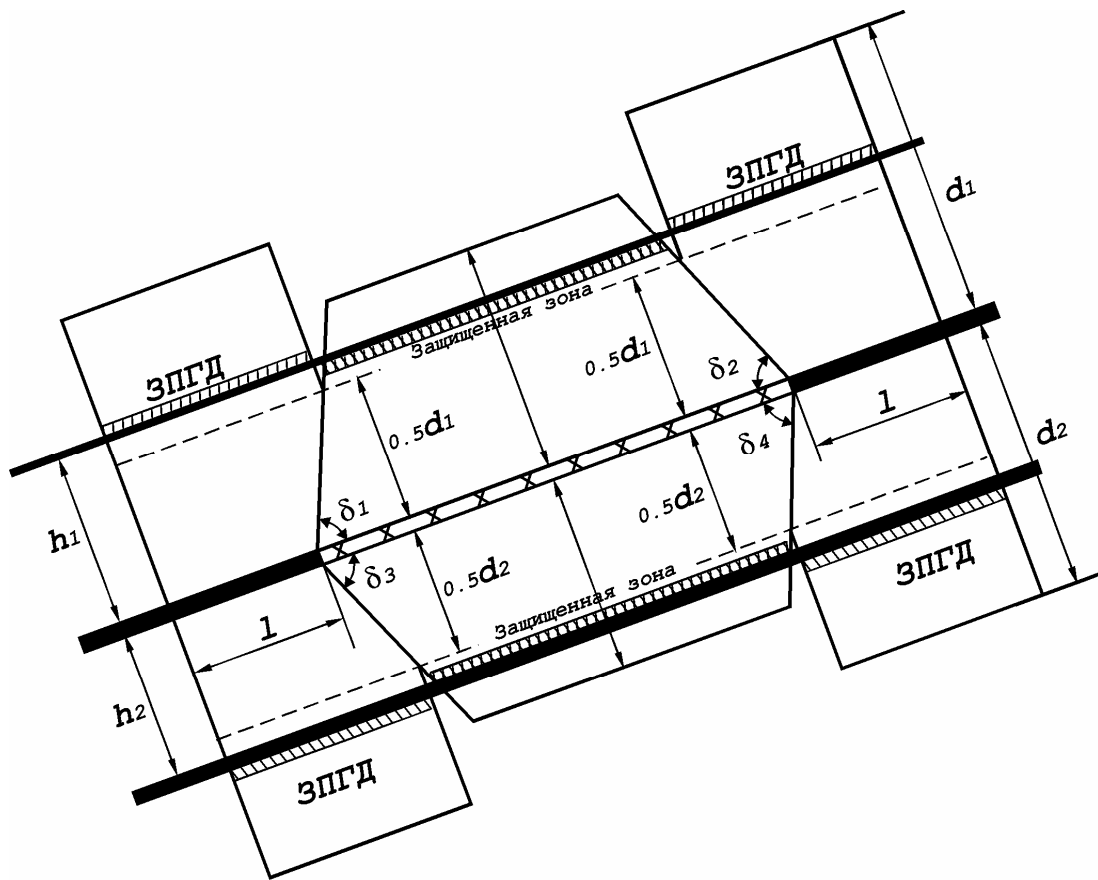


Рис. 1.9. Утворення незахищених ділянок на небезпечному шарі між границями зон ПГТ і захищених зон

1.7 Оцінка й контроль ефективності захисної дії

З метою аналізу створюваного захисту для шарів, небезпечних та погрожуючих по раптових викидах вугілля й газу, оцінку ефективності мір захисту роблять у наступних умовах:

- при відстанях між захисним і небезпечним по викидах шарами $h_1 > S_1$ або $h_2 > S_2$;
- у зонах ПГТ, надроблених або прироблених очисною виробкою третього шару, розташованого вище небезпечного по викидах шару на відстані, більшій $0,4S_2$ або нижче, на відстані, більшій $0,6S_1$;
- при надробітку захисними шарами з ефективною потужністю менш 0,5 м при закладці виробленого простору або залишенні в ньому спеціального кріплення, за винятком випадків, коли $h_2 < 0,7S_2$;
- при використанні як захисні шари потужністю менш 0,5 м;
- при дегазації крутих надроблюваних шарів.

Оцінка ефективності захисної дії включає аналіз досвіду розробки небезпечного шару й експериментальну оцінку зміни напруженого й газодинамічного стану небезпечних по викидах шарів по виходу бурового дріб'язку й виміру початкової швидкості газовиділення. Для оцінки ефективності захисної дії застосовується також сейсмоакустичний метод.

У зонах, виявлених контролем ефективності захисної дії як незахищених, повинен застосовуватися прогноз небезпечності по викидах, а в небезпечних зонах - способи запобігання раптових викидів вугілля й газу.

При виборі оптимального варіанта черговості відпрацьовування шарів у свиті й з метою аналізу створюваного захисту поряд з експериментальною оцінкою ефективності захисної дії рекомендується використати показник захисної дії K , що обчислюється по формулі:

$$K = 1,67 - 0,67 \frac{h}{S}, \quad (1.8)$$

де h – потужність міжшаря, м (h_1 при підробітку або h_2 при надробітку); S – розмір дальності захищеної зони (S_1 при підробітку або S_2 при надробітку).

При $K > 1$ небезпечний шар розташовується в межах захищеної зони, має повний захист і може розроблятися як безпечний.

При значеннях $0 < K < 1$ небезпечний шар розташовується за межами захищеної зони, але в межах зони розвантаження й має неповний ефект захисту. У зонах розвантаження гірничі роботи ведуться з контролем ефективності захисної дії або в сполученні з додатковими регіональними способами, наприклад дегазацією.

При $K < 0$ надроблюваний або підроблюваний небезпечний шар розташовується за межами зони розвантаження й у цих умовах відсутня захисна дія.

Для порівняння різних варіантів черговості відпрацьовування шарів у свиті обчислюють суму показників захисної дії для всіх шарів, що

$\{\sum K_1, \sum K_2, \dots, \sum K_n\}$ захищають . Потім по найбільшому зі значень цих сум установлюють оптимальний варіант по фактору захисної дії.

2. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ РОЗРОБКИ ШАРІВ, СХИЛЬНИХ ДО ГІРСЬКИХ УДАРІВ

2.1. Основні вимоги інструкції з безпечного ведення гірничих робіт на шахтах, що розробляють шари, схильні до гірських ударів

У цей час ведення гірничих робіт на погрожуючих і небезпечних по гірських ударах шарах регламентується "Інструкцією з безпечного ведення гірничих робіт на шахтах, що розробляють шари, схильні до гірських ударів" (1988 р.). Нижче наведені загальні положення й основні вимоги із зазначеної інструкції, які повинен знати гірничий інженер-маркшейдер для розв'язку питань безпечного відпрацьовування шарів, схильних до гірських ударів.

Гірські удари по силі й характеру прояву підрозділяють на властиво гірські удари, мікроудари, поштовхи, стріляння й гірничо-тектонічні удари.

Гірський удар являє собою миттєве руйнування цілика або крайової частини масиву вугілля (порід), що проявляється у вигляді викиду вугілля (породи) у підземні виробки з порушенням кріплення, зсувом машин, механізмів, устаткування й зухвале порушення технологічного процесу. Удар супроводжується різким звуком, сильним струсом гірського масиву, утвором великої кількості пили й повітряною хвилею.

На газоносних вугільних шарах гірському удару супроводжує підвищене газовиділення. На крутих газоносних шарах гірський удар може супроводжуватися висипанням і обваленням вугілля з підвищеним газовиділенням.

Мікроудар проявляється у вигляді викиду або опадання вугілля (породи) у гірничі виробки без порушення технологічного процесу й супроводжується звуком, струсом гірського масиву, утвором пили, а на газоносних шарах - газовиділенням.

Поштовх проявляється в руйнуванні шару вугілля (породи) у глибині масиву без викиду в гірничу виробку й супроводжується звуком, струсом масиву, утвором пили, а на газоносних шарах - газовиділенням.

Стріляння проявляється в відскакуванні шматків вугілля (породи) від масиву, що супроводжується різким звуком.

Гірничо-тектонічний удар - миттєве руйнування породи (вугілля) у глибині масиву, що проявляється у вигляді поштовху, що викликає тендітне руйнування крайової частини масиву у формі гірського удару. Гірничо-тектонічний удар супроводжується сильним струсом масиву, різким звуком, утвором пили й повітряною хвилею.

Ознаками небезпечних по ударах шарів є поштовхи, стріляння, і мікроудари при роботі виємкових машин, відбійних молотків, при буравленні й висадженні шпурів в очисних і підготовчих вибоях. Найбільша кількість гірських ударів відбулося на шахтах Кизеловського вугільного басейну. Гірські удари відбуваються на вугільних шахтах Середньої Азії, Донецького, Кузнецького, Воркутинського й інших басейнів.

Вугільні шари, схильні до гірських ударів, діляться на погрожуючі (потенційно небезпечні) і небезпечні по гірських ударах.

До погрожуючих відносять вугільні шари, що володіють високими пружними властивостями й схильністю до тендітного руйнування в умовах підвищених концентрацій напруг. Погрожуючі кам'яновугільні й антрацитові шари, як правило, залягають у бічних породах (піщаниках), міцністю більш 80 МПа, схильних до зависання в очисних вибоях на великих площах.

Вугільні шари (породи) відносять до погрожуючих за висновком ВНДМІ спільним наказом виробничого об'єднання й округу Держмістехнадзору.

В погрожуючі шари, починаючи із глибини 150 м, повинні переводитися Комісією з гірських ударів також ті шари, на яких при веденні гірських робіт з'явилися поштовхи й стріляння в межах даного шахтного поля або гірські удари на сусідньому шахтному полі. На погрожуючих по гірських ударах шарах із цих глибин повинен проводитися прогноз ступеня небезпечності по ударах.

До небезпечних відносять шари на тих поверхах (ярусах) шахтного поля, у межах яких відбувалися гірські удари (мікроудари), або при веденні гірничих робіт виявлені ділянки I і II категорій небезпеки, і ті ж шари на нижележачих поверхах (ярусах) шахтного поля. Шари до небезпечних по ударах відносить Комісія з гірських ударів за поданням виробничого об'єднання.

Ступінь небезпечності по ударах ділянок шарів вугілля й ефективність заходів визначають по зміні виходу бурового дріб'язку при буравленні свердловин діаметром 43 ± 1 мм відповідно до номограми, наведеної в інструкції [5], або по показникові сейсмоакустичної активності, викликуваної буравленням свердловин.

По ступеню небезпечності по ударах ділянки шарів розділяють на три категорії.

I. Ділянка становить підвищену небезпеку. До приведення виробок у безпечний по ударах стан перебування й пересування в них людей, не пов'язаних із профілактичною обробкою, не дозволяється.

II. Ділянка небезпечна по прояву гірського удару. Виробки повинні бути наведені в небезпечний по ударах стан.

III. Ділянка відповідає небезпечному по ударах стану.

Для боротьби з гірськими ударами в якості профілактичних заходів проводять заходи регіонального або локального характеру. Перевагою регіональних заходів є те, що їх проводять завчасно й вони тому не стримують ведення гірських робіт.

До регіональних профілактичних заходів відносяться: випереджальне відпрацювання захисних шарів; нагнітання води в шар по свердловинах, пробуреними через породні пробки, що забезпечують надійну герметизацію й значний радіус зволоження.

У якості локальних заходів боротьби з гірськими ударами застосовуються наступні:

1) при I-II категоріях небезпечності по ударах - буравлення розвантажувальних свердловин великого діаметра ($d > 100$ мм), нагнітання води в різних режимах і камуфлітне висадження;

2) при III категорії небезпечності по ударах - буравлення розвантажувальних свердловин і нагнітання води на ділянках, де в перспективі очікується збільшення напруги;

3) комбіновані способи боротьби з гірськими ударами, параметри яких розробляють дослідним шляхом (шпари великого діаметра) з камуфлітним висадженням, камуфлітне висадження з нагнітанням води.

Погрожуючі й небезпечні шари слід розкривати виробками, що проводяться по породах або по безпечних шарах, або в захищених зонах, утворених відпрацьовуванням суміжних шарів. Польові штреки й дільничні квершлагги рекомендується проводити в розвантаженої зоні за очисним вибоєм захисного шару.

Підготовчі виробки на небезпечних шарах доцільно проводити поза зоною опорного тиску від діючих очисних вибоїв буровибуховим способом або комбайном при дистанційнім включенні й вимиканні на відстані не менш 15 м. На ділянках III категорії небезпечності по ударах дозволяється застосування відбійних молотків.

При прояві у вибоях виробок мікроударів і встановленні I і II категорій небезпечності по ударах необхідно здійснювати випереджальне приведення масиву вугілля в безпечний по ударах стан.

При збійці виробок зустрічними вибоями або при підході очисного вибою до виробленого простору один з вибоїв впливає зупинити на відстані не менш $0,3l$, де l - ширина зони опорного тиску, обумовлена по номограмі рис. 1.2, в. Цілик між вибоями при I-II категоріях небезпечності по ударах повинен бути наведений у безпечний по ударах стан по всій площі з відстані $0,2l$. При III категорії небезпечності по ударах цілик дозволяється не приводити у безпечний по ударах стан. В останньому випадку прогноз ступені небезпечності по ударах повинен проводитися не більш ніж через 3 м подвигання вибою.

Забороняється застосування камерної й камерно-стовповий систем розробок джерела, що створюють, утворення зон ПГТ. При вилученні небезпечних і погрожуючих шарів, повинен застосовуватися низходящий порядок відпрацьовування поверхів (підповерхів, ярусів) і передбачатися проведення мінімальної кількості передових виробок.

Випередження одночасне відпрацьовувальних підповерхів (ярусів) не повинно перевищувати 10 м при пологом, похилому й крутонахилому падінні й 25 м - при крутому, або повинне бути не менш $2l$.

На небезпечних й погрожуючих шарах забороняється відпрацьовування поверхів (ярусів) зустрічними й наздоганяючими вибоями.

На погрожуючих і небезпечних шарах рекомендується переходити на системи розробки з подвиганням вибоїв по падінню із застосуванням механізованих комплексів, щитів і щитових агрегатів без залишення ціликів у виробленому просторі на крутих, крутонахилених і похилих шарах.

Забороняється застосування систем розробки з подвиганням очисного вибою по повстанню шару на вироблений простір.

Очисної вибій на погрожуючих і небезпечних шарах повинен бути прямолінійним. При струговому вилученні антрацитових шарів допускається криволінійна (увігнута) форма очисних вибоїв. На крутих й крутонахилених

шарах допускається (як виключення) стелеуступна форма вибою, при максимально можливої в даних умовах висоті уступів з розтяжкою між ними не більш 3 м.

В особливо складних умовах (ведення гірничих робіт на небезпечних й погрожуючих шарах у напрямку на вироблений простір, на передову виробку, у зонах ПГТ від ціликів або крайових частин сусідніх шарів, у зонах впливу геологічних порушень, відпрацьовування раніше залишених ціликів, перекріплення виробок, ліквідація наслідків гірських ударів) намічувані до відпрацьовування ділянки небезпечного шару слід приводити в безпечному по ударах стані завчасно, до виникнення в них високого ступеня небезпечності по ударах.

Відпрацьовування раніше залишених ціликів на небезпечних й погрожуючих шарах повинна проводитися по спеціальному паспорту, затвердженому технічним директором виробничого об'єднання.

Перехід очисним вибоєм зон ПГТ від крайової частини масиву або ціликів, залишених на сусідніх шарах, розглядається Комісією з гірських ударів. Зони ПГТ рекомендується приводити в безпечний по ударах стан з виробок, пройдених паралельно границям цих зон.

При підході очисного вибою по небезпечному шару до виробленого простору незалежно від ступеня небезпечності по ударах з відстані І очисні роботи повинні проводитися по спеціальному паспорту, затвердженому технічним директором виробничого об'єднання.

При підході очисного вибою по небезпечному шару до передової виробки повинен бути складений і затверджений технічним директором виробничого об'єднання паспорт завчасного відпрацьовування ділянки шириною 0,41 з боку передової виробки й на ширину захисної зони - п у протилежну сторону. Під захисною зоною розуміється розвантажена від напруг крайова частина небезпечного вугільного шару в результаті застосування локальних протиударних заходів (буравлення свердловин, камуфлітне висадження, нагнітання води в різних режимах), що забезпечують зміну механічних властивостей вугілля й безпечне ведення гірничих робіт.

При розробці світи шарів у першу чергу слід робити виймання безпечного захисного шару. Якщо всі шари світи погрожуючі або небезпечні, то розробку треба починати із шару менш небезпечного, який забезпечує найбільшу ефективність захисної дії.

При відпрацьовуванні потужного погрожуючого або небезпечного шару перший шар, що відпрацьовується є захисним стосовно інших. Порядок відпрацювання шарів повинен бути спадним. У випадку закладки виробленого простору допускається висхідний порядок відпрацьовування шарів. Перший шар слід розробляти з дотриманням вимог, передбачених для погрожуючих і небезпечних тонких і середньої потужності шарів.

Захисний шар необхідно розробляти без залишення ціликів. У виняткових випадках, якщо залишення ціликів не уникнути, наприклад, у зонах геологічних порушень (виклинцювання, пережим), складають спеціальний паспорт ведення гірничих робіт, що включав би додаткові заходи безпеки. Паспорт затверджується технічним директором виробничого об'єднання.

2.2. Розрахунок й побудова границь захищених зон

Розрахунок й побудова границь захищених зон при розробці шар небезпечних по гірських ударах, виконується маркшейдерською службою по інструкції [5]. Для побудови границь захищених зон необхідні наступні вихідні дані:

- глибина розробки захисного шару H , м;
- потужність захисного шару, що виймається m , м;
- кут падіння шару α , град;
- прийнятий спосіб керування покрівлею на захисному шарі;
- розміри очисного вироблення захисного шару по падінню a , м і простирання b , м;
- потужність міжшарря при підробітку h_1 , м або при надробітку h_2 , м;
- процентний вміст піщаників у складі міжшарря η .

Спосіб керування покрівлею в лавах захисного шару враховується ефективною потужністю захисного шару. При керуванні покрівлею повним обваленням $m_{\text{эф}} = m$.

У випадку застосування закладки виробленого простору значення $m_{\text{эф}}$ обчислюється по формулі

$$m_{\text{эф}} = (0,1 + K_y) \cdot m, \quad (2.1)$$

де K_y - коефіцієнт, що враховує усадку закладного масиву.

Для шарів крутого падіння Центрального району Донбасу при керуванні покрівлею втриманням на багаттях ухвалюється $K_y = 0,6$.

При частковій закладці на захисних шарах питання побудови захищених зон зважаються на основі спеціального висновку ВНДМІ.

При відпрацьовуванні захисних шарів стовпами по простяганню побудова границь захищених зон на розрізах вхрест простягання й по простяганню виконується згідно рис. 2.1, а при відпрацьовуванні захисних шарів стовпами по падінню (повстанню) - згідно рис. 2.2. При цьому область відновлення небезпечних навантажень (підзона І) утворюється лише при одночаснім дотриманні двох умов: $a \geq L_1 + L_2$ і $b > 2L_3$.

Для побудови границь захищених зон і зон відновлення небезпечних навантажень параметри L_i ($i = 1, 2, 3$), коефіцієнти β_1, β_2 і розмір захищеної зони в покрівлю шару S_1 визначають по формулах (1.2)-(1.5) з використанням номограм на рис. 1.2, а, б і даних табл. 1.2.

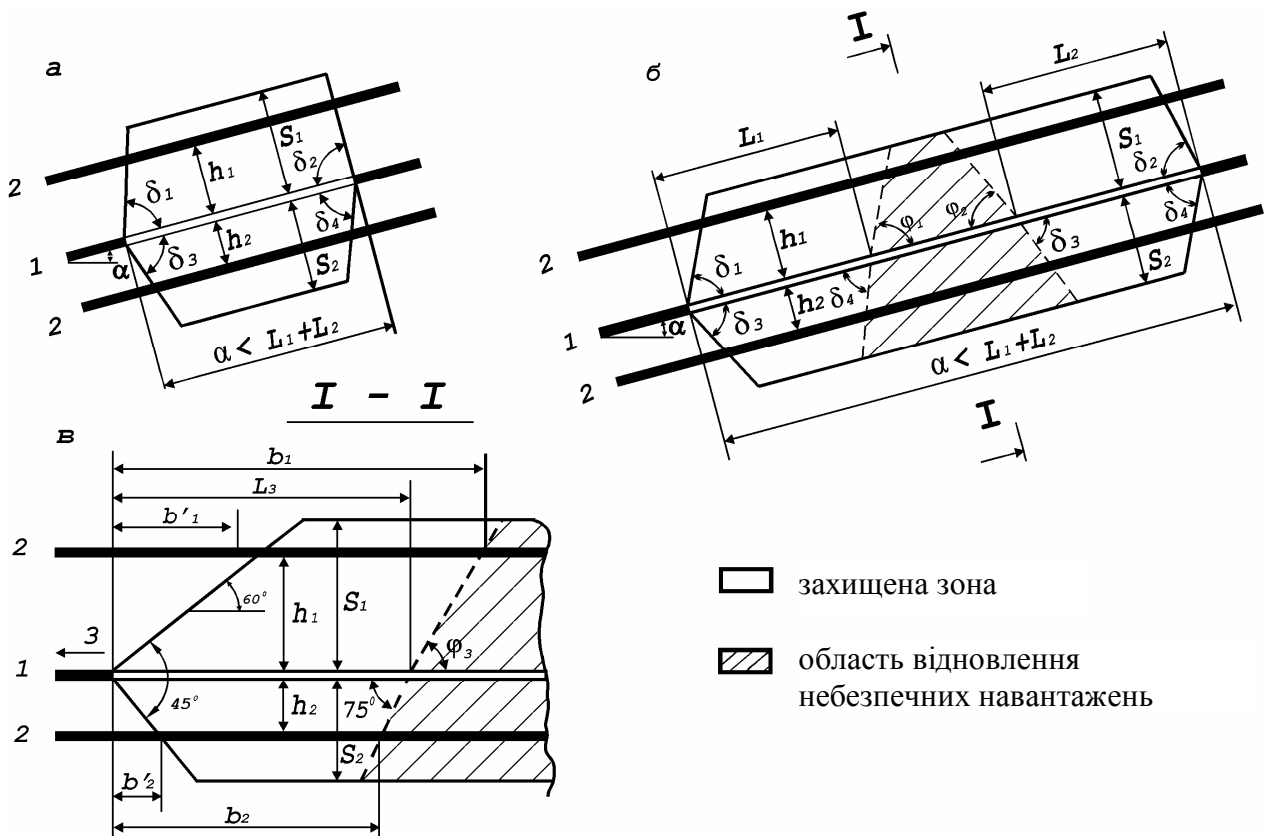


Рис. 2.1 - Схема до побудови захищеної зони при відпрацьовуванні захисного шару стовпами по простяганню: *a* - перетин вхрест простягання при $a < L_1 + L_2$; *б* - те ж при $a > L_1 + L_2$; *в* - перетин по простяганню; *l* – захисний шар; 2 - шар, що захищається; 3 - напрямок подвигання очисного вибою на захисному шарі

Розмір захищеної зони в ґрунт захисного шару S_2 обчислюють по формулі (1.4), але значення S_2' знаходять по табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Значення S_2'

Глибина робіт H , м	При найменшому розмірі a або b очисної виробки захисного шару, м						
	50	75	100	125	150	200	≥ 250
300	62	74	84	92	97	100	102
400	44	56	64	73	79	82	84
500	32	43	54	62	69	73	75
600	27	38	48	56	61	66	68
800	23	32	40	45	50	55	56
1000	20	28	35	40	45	49	50
1200	18	25	31	36	41	44	45

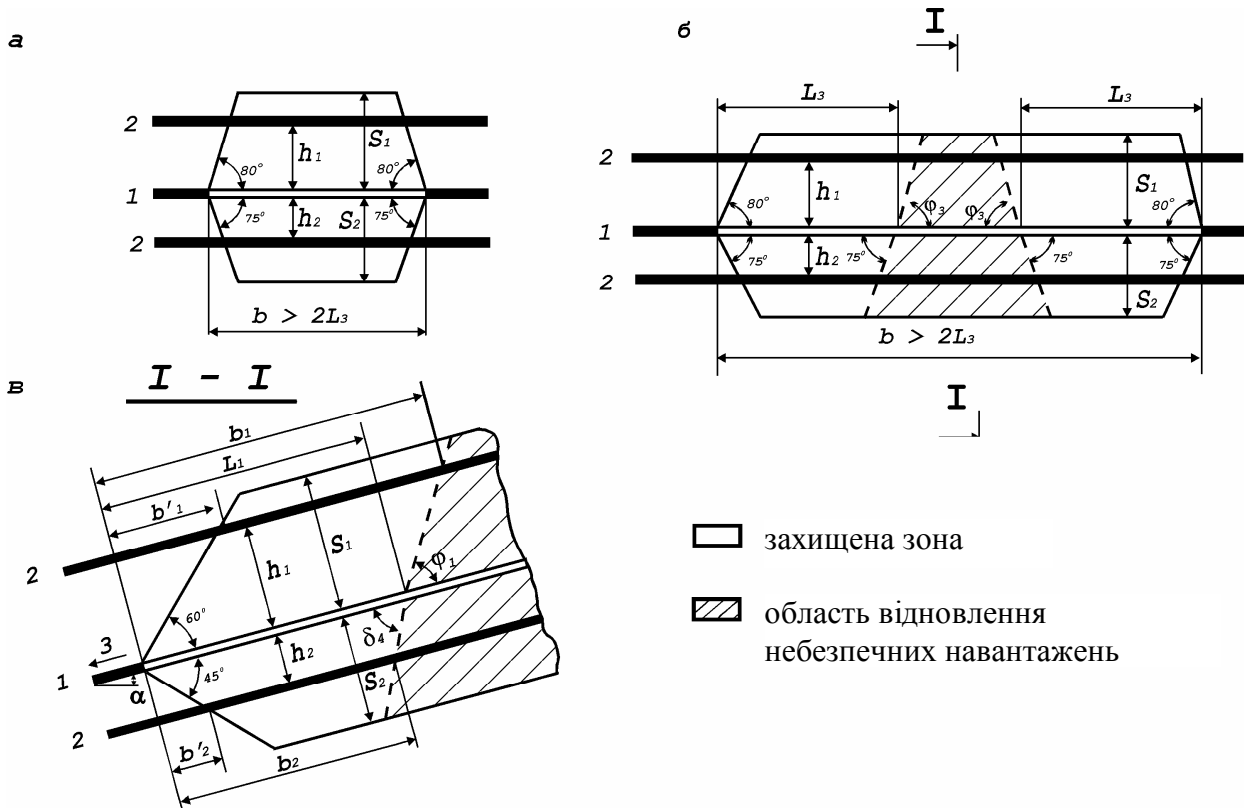


Рис. 2.2 - Схема до побудови захищеної зони при відпрацьовуванні захисного шару стовпами по падінню: *а* - перетин по простяганню при $b < 2L_3$; *б* - те ж при $b > 2L_3$; *в* - перетин вхрест простягання; 1 - захисний шар; 2 - шар, що захищається; 3 - напрямок подвигання очисного вибою на захисному шарі

Кути захисту δ_i й кути тиску ϕ_i знаходять як і при розробці шарів, небезпечних по раптових викидах вугілля й газу, по табл. 1.1 залежно від кута падіння шарів α .

При розбіжності напрямку подвигання очисного вибою на захисному шарі з лінією простягання або лінією падіння шару за величину α приймають кут нахилу шару в перетині, по якому будується розріз (перпендикулярному або паралельному напрямку подвигання очисного вибою захисного шару).

Мінімальне й максимальне випередження очисним вибоєм захисного шару гірничих робіт на небезпечному по ударах шарі визначають із урахуванням утворення області відновлення небезпечних навантажень (рис. 2.1-2.2). У тих випадках, коли область відновлення небезпечних навантажень (підзона I) не утворюється в товщі гірських порід, максимальне випередження b_1 при підробітку або b_2 при надробітку не обмежується в просторі й у часі. У випадку утворення області відновлення небезпечних навантажень максимальні випередження слід визначати при відході очисного вибою захисного шару від розрізної печі на відстань більш $2L_3$ при відпрацьовуванні захисного шару стовпами по простяганню або на відстань більш $L_1 + L_2$ при веденні гірничих робіт по падінню (повстанню), але за часом не більш 5 років.

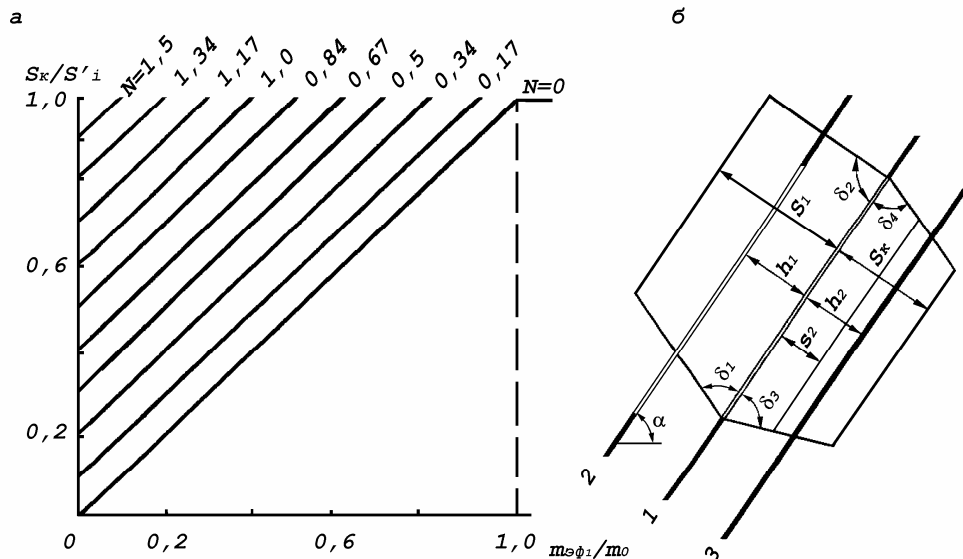
У табл. 2.2 дані максимальні випередження при веденні очисних робіт по простяганню (рис. 2.1). При веденні гірничих робіт по падінню (рис. 2.2) замість величин L_3 і φ_3 приймають L_1 і φ_1 , а по повстанню - L_2 і φ_2 .

Таблиця 2.2

Припустиме випередження при веденні очисних робіт по простяганню

Умови розробки	Величина припустимого випередження
Мінімальне випередження: при підробітку при надробітку	$b_1' = 0,6h_1$ $b_2' = h_2$
Максимальне випередження: при підробітку при надробітку	b_1 – не обмежене b_2 – не обмежене
Гірничі роботи в межах підзони I: при підробітку при надробітку	$b_1 < L_3 + h_1 \operatorname{ctg} \varphi_3$ $b_2 < L_3 - 0,3h_2$

Для збільшення висоти захищених зон при малій потужності захисних шарів ($m_{\text{эф}} < m$) в інструкції [5] рекомендується застосовувати повторні надробітку або підробітку небезпечних по ударах шарів. У цьому випадку захищена зона будується в такий спосіб (рис. 2.3).



За базовий захисний шар ухвалюють найближчий до небезпечного. По формулі (2.1) обчислюють ефективні потужності базового захисного шару $m_{\text{эф1}}$ і додаткового захисного шару $m_{\text{эф2}}$, використовуюваного для повторного надробітку або підробітку.

Визначають параметр N по формулах:

$$\left. \begin{aligned} N &= Km_{\text{эф2}} / m_0; \\ K &= 1,67 - 0,67h_i / S_i, \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

де K - ступінь впливу на додатковий захисний шар зони розвантаження від базового шару; h_i - відстань по нормалі між базовим і додатковим шарами; S_i - розмір захищеної зони від базового шару, визначений по формулах (1.4).

Значення $N = 0$ відповідає впливу одиночної розробки базового шару.

За допомогою номограм на рис. 2.3, а за значеннями $m_{\text{эф2}} / m_0$ і N знаходять відношення S_k / S'_i , де S'_i визначається від базового захисного шару по табл. 1.2 для S'_1 і по табл. 2.1 – для S'_2 . По відомім відношенню S_k / S'_i й значенню S'_i , знаходять розмір S_k для побудови захищеної зони у випадку повторного надробітку або підробітку небезпечних по ударах шарів (рис. 2.3, б).

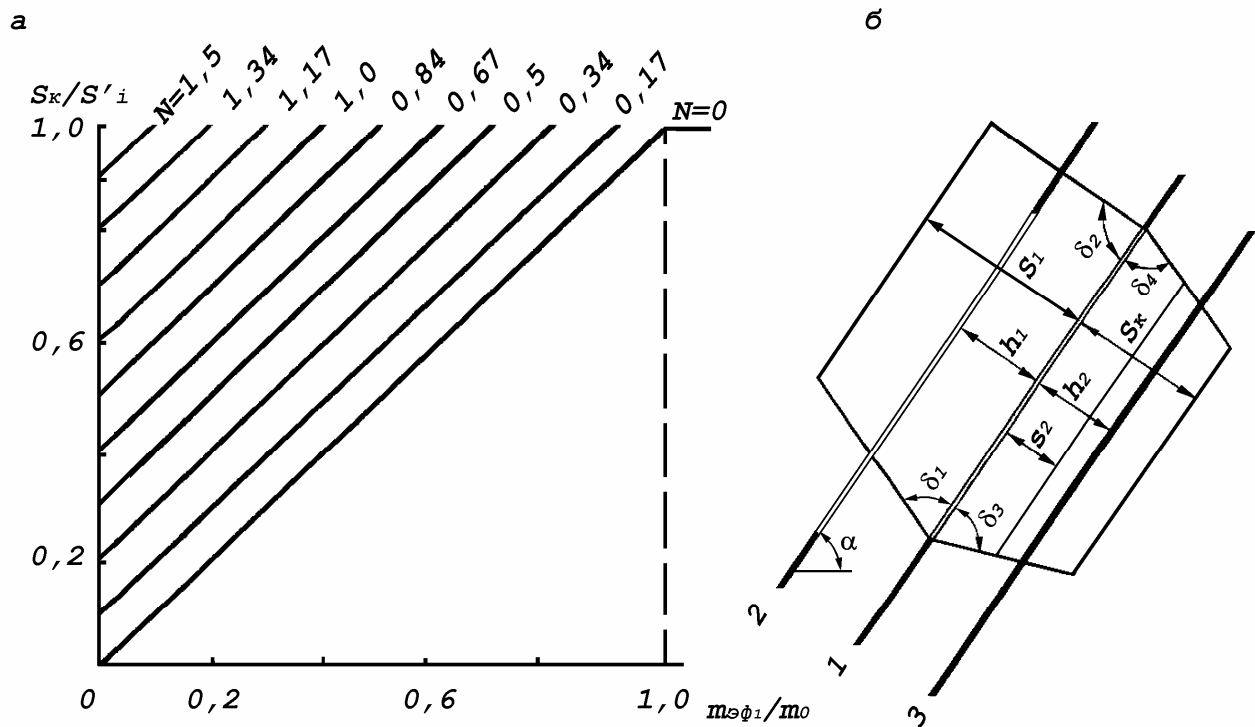


Рис. 2.3 - Номограма (а) і схема (б) до побудови захищеної зони при повторному надробітку (підробітку): 1 - захисний шар (базовий); 2 - захисний шар (додатковий); 3 – небезпечний по ударах шар

З порівняння рис. 1.3, 1.4, 2.1, 2.2 видно, що границі захищених зон при розробці шарів, небезпечних по раптових викидах вугілля й газу й небезпечних по гірських ударах, відрізняються тільки на розрізах по простяганню й падінню (повстанню) при очисному вибої, що рухається, на захисному шарі. У зв'язку із цим відрізняються й величини мінімального й максимального випереджень очисних робіт на захисному шарі (табл. 1.3 і 2.2) при вилученні шарів, небезпечних по раптових викидах вугілля й газу й гірським ударах. Крім того, при розробці шарів, небезпечних по гірських ударах, ураховується вплив

повторного підробітку (надробітку) на розміри захищеної зони в покрівлю (грунт) захисних шарів (рис. 2.3).

Параметри локального вилучення захисних шарів для запобігання гірських ударів визначають так само, як і для запобігання раптових викидів вугілля, порід і газу згідно зі схемами, наведеними на рис. 1.5.

У межах захищеної зони небезпечні й погрожуючі шари розроблюють як безпечні по гірських ударах протягом п'яти років з моменту утворення захищеної зони, за винятком особливо складних умов у зонах геологічних порушень. У цьому випадку, а також після закінчення зазначеного строку, висновок про ефективність захисної дії дає УкрНДМІ на підставі експериментальної оцінки небезпечності по ударах.

2.3. Побудова зон ПГТ, небезпечних по гірських ударах, і визначення ступеня їх впливу

Розрахунки й побудова границь зон ПГТ від крайових частин і ціликів сусідніх шарів на розрізах вхрест простягання й по простягання виконують так само, як і при розробці небезпечних по викидах шарів згідно зі схемами, наведеними на рис. 1.6 і 1.7, з використанням табл. 1.4 і 1.5. Ступінь впливу зони ПГТ і вибір заходів щодо забезпечення безпечного ведення гірничих робіт на небезпечних по ударах шарах у зонах ПГТ (табл. 2.3) залежить від співвідношення потужності міжшарів при надробітку або підробітку й розмірів дальності впливу зон ПГТ від крайових частин і ціликів при надробітку або підробітку.

Таблиця 2.3

Ступінь впливу зони ПГТ і способи ведення
гірничих робіт у зонах ПГТ

Ступінь впливу зони ПГТ	Умови розробки шару у зоні ПГТ	Спосіб ведення гірничих робіт у зонах ПГТ
I	При $h_2 \leq 0,5d_2$ $h_1 \leq 0,5d_1$ Зони ПГТ, ускладнені геологічними порушеннями	Ширину захисної зони в крайовій частині шару ухвалюють у відповідності з п. 6.2 Інструкції [5]
II	$0,5d_2 < h_2 \leq 0,8d_2$ $0,5d_1 < h_1 \leq 0,8d_1$	Прогноз ступеня небезпечності по ударах на небезпечних шарах здійснюють у відповідності з п. 5.7, а на погрожуючих - згідно п. 5.8 Інструкції [5]
III	$0,8d_2 < h_2 \leq d_2$ $0,8d_1 < h_1 \leq d_1$	Як на одиночному небезпечному по ударах шарі

При веденні гірничих робіт у зонах ПГТ найнебезпечнішим є вихід очисного вибою на небезпечному по ударах шарі із зони ПГТ у захищену зону. У зв'язку із цим гірничі роботи слід планувати так, щоб перехід створів здійснювався в напрямку із захищеної зони у бік зони ПГТ. Перехід створів у

напрямку захищеної зони допускається в окремих випадках з дозволу технічного директора виробничого об'єднання при умові застосування заходів запобігання гірських ударів з відстані l до підходу до границі зони ПГТ.

3. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ З РОЗРАХУНКУ Й ПОБУДОВИ ЗОН ПГТ НА ШАРАХ, НЕБЕЗПЕЧНИХ ПО ПРОЯВАХ ГІРСЬКОГО ТИСКУ В ОЧИСНИХ ВИРОБКАХ

3.1. Загальні положення

При розробці свит вугільних шарів у зонах підвищеного гірського тиску (ПГТ) від ціликів і крайових частин сусідніх шарів відзначається не тільки підвищена небезпека виникнення гірських ударів і раптових викидів вугілля, породи й газу, але й істотно знижується стійкість порід покрівлі в очисних вибоях. Внаслідок цього підвищується ймовірність обвалень порід у лавах, а також різко погіршується стан капітальних і підготовчих виробок. Незважаючи на загальну природу утворення зон ПГТ від ціликів і крайових частин сусідніх шарів, що існують методики розрахунку й побудови зон ПГТ, небезпечних по раптових викидах вугілля й газу й гірських ударів, і зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску в очисних виробках, значно відрізняються друг від друга у зв'язку з більшим розходженням у механізмах газодинамічних явищ і зниження стійкості бічних порід у виробках під впливом підвищеного гірського тиску.

При побудові зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску в очисних виробках, шар, на якому залишені цілики або крайові частини, називається шар що впливає, а шар, на якому ведуться очисні або підготовчі роботи – розроблювальним.

Залежно від взаємного розташування лінії очисного вибою на розроблювальному шарі, а також границь ціликів або крайових частин на шарі, що впливає, розрізняють наступні види ціликів або крайових частин:

– "паралельні" цілики (рис. 3.1, *а*) або крайові частини (рис. 3.2, *а*) при розташуванні границь цілику (крайової частини) на шарі, що впливає, приблизно паралельно (з відхиленням від паралелі на кут менш 25°) напрямку подвигання очисного вибою на розроблювальному шарі;

– "перпендикулярні" цілики (рис. 3.1, *б*) або крайові частини (рис. 3.2, *б*) при розташуванні границь цілику (крайової частини) на шарі, що впливає, приблизно перпендикулярно (з відхиленням від перпендикуляра на кут менш 25°) напрямку подвигання очисного вибою на розроблювальному шарі;

– "діагональні" цілики (рис. 3.1, *в, г*) або крайові частини (рис. 3.2, *в, г*) з кутом відхилення більше 25° від паралелі або перпендикуляра до напрямку подвигання очисного вибою на розроблювальному шарі.

Найнебезпечнішими по проявах гірського тиску в очисних виробках є випадки проходу очисних вибоїв під (над) перпендикулярними ціликами й крайовими частинами.

Заходи по керуванню гірським тиском і кріпленню в зонах підвищеного гірського тиску розробляються залежно від класу бічних порід, способу керування гірським тиском і ступеня небезпеки зон ПГТ.

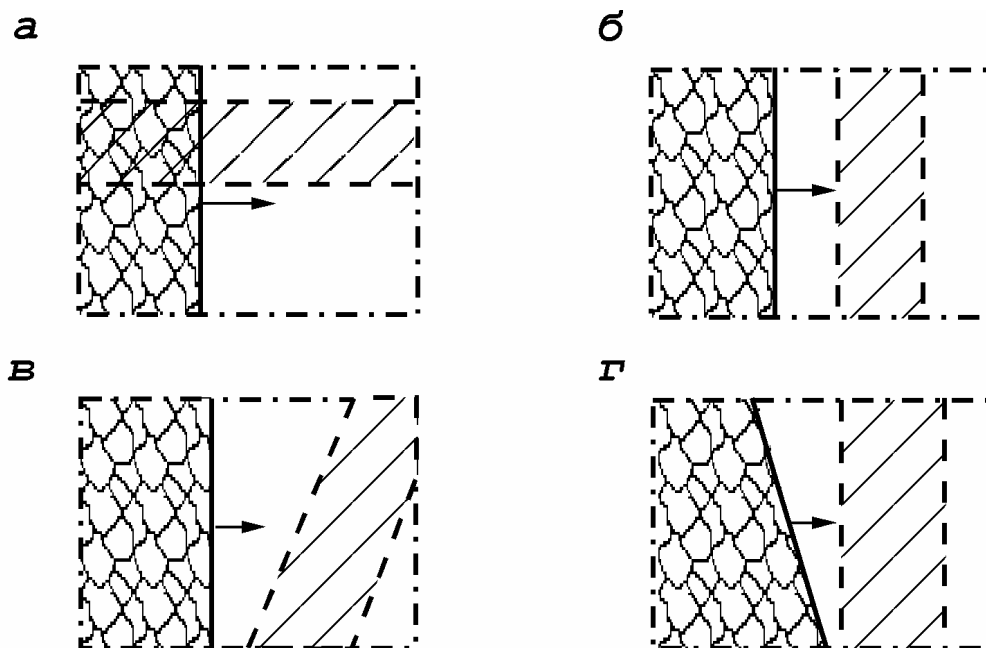


Рис. 3.1. Схеми зустрічі очисного вибою із проекціями ціликів, залишених на сусідніх шарах: *a* – паралельні цілики; *б* – перпендикулярні цілики; *в, м* – діагональні цілики

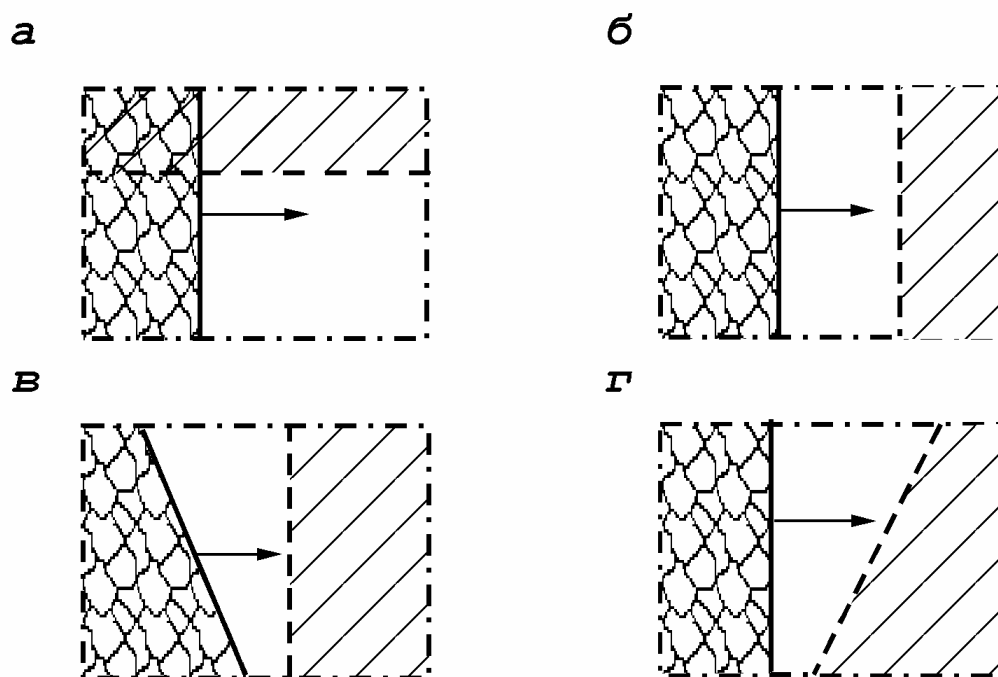


Рис. 3.2. Схеми зустрічі очисного вибою із проекціями крайових частин, залишених на суміжних шарах: *a* – паралельні крайові частини; *б* – перпендикулярні крайові частини; *в, м* – діагональні крайові частини

3.2. Розрахунок і побудова границь зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску в очисних виробках, при розробці свит шарів з кутами падіння до 35°

Вихідними даними для розрахунку й побудови границь зон підвищеного гірського тиску є:

- глибина розташування цілика або крайової частини на шарі, що впливає H , м;
- виймана потужність шару, що впливає m_b , м;
- ширина цілика на шарі, що впливає a , м;
- кут падіння шарів α , град;
- потужність міжшарів h , м.

При побудові границь зон ПГТ під ціликами розуміються невідпрацьовані ділянки на вугільних шарах, що впливають, з розмірами по простяганню або падінню (повстанню) до $2l$, де l - ширина зони опорного тиску на шарі, що впливає, обумовлена залежно від H і m_b по номограмі на рис. 1.2, в. Для ціликів з розмірами по простяганню або падінню (повстанню) менш $2m_b$ зони ПГТ не будують.

Невідпрацьовані ділянки на шарах, що впливають, з розмірами по простяганню або падінню (повстанню) $2l$ більше розглядаються як крайові частини.

Схема побудови на вертикальному розрізі вхрест простягання зони ПГТ від ціликів наведена на рис. 3.3, а від крайових частин – на рис. 3.4. На схемах показані шар, що впливає, 1 і розроблювальні шари 2 й 3, розташовані в ґрунті й покрівлі шару, що впливає.

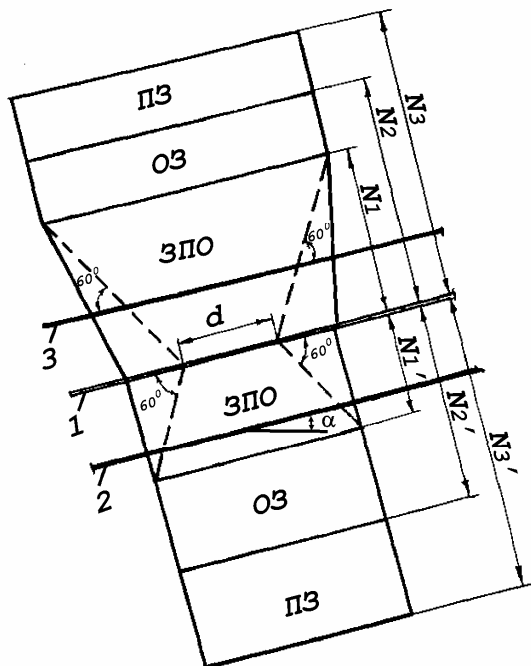


Рис. 3.3. Схема побудови зон ПГТ від ціликів на вертикальному розрізі вхрест простягання

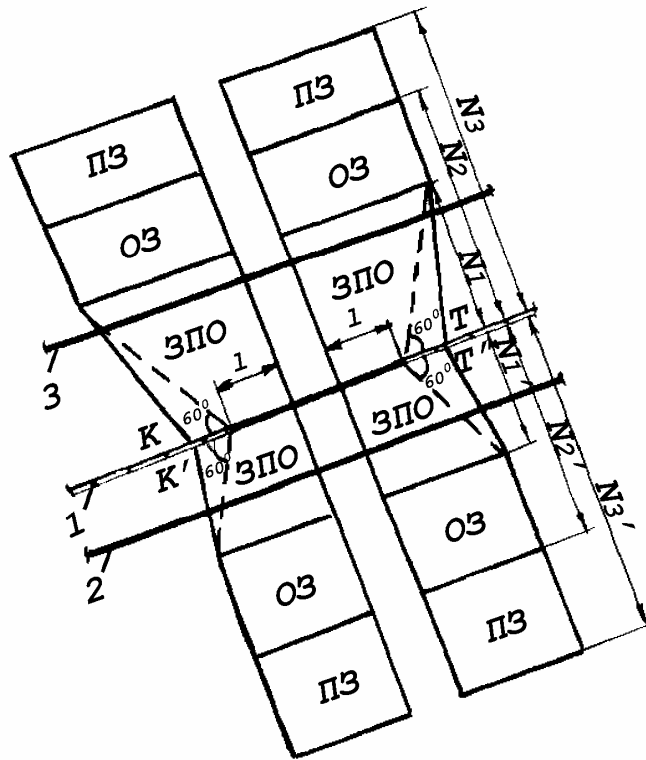


Рис. 3.4. Схема побудови зон ПГТ від крайових частин на вертикальному розрізі вхрест простягання

По ступені небезпеки проявів гірського тиску в очисних вибоях зона ПГТ розділяється на три види:

- 1) зона підвищеної небезпеки (ЗПН);
- 2) небезпечна зона (НЗ);
- 3) прогнозна зона (ПЗ)

У зоні підвищеної небезпеки (ЗПН) відбуваються найбільш інтенсивні прояви гірського тиску в очисних вибоях (різке зниження стійкості безпосередньої покрівлі, затиснення "нажостко" секцій механізованих кріплень, збільшення віджиму вугілля й обдимання ґрунту). У цій зоні найбільше часто відбуваються випадки завалів лав.

У небезпечній зоні (НЗ) відбувається зниження стійкості безпосередньої покрівлі за рахунок підвищеної тріщинуватості й розшарування порід. Найбільш характерним проявом гірського тиску при роботі очисних вибоїв у небезпечній зоні (НЗ) є збільшення інтенсивності процесу вивалоутворення. У меншому ступені, чим у зоні підвищеної небезпеки (ЗПН), можливі випадки завалів лав і затиснення "нажостко" секцій механізованих кріплень.

У прогнозній зоні (ПЗ) найбільше ймовірно незначне зниження стійкості безпосередньої покрівлі в очисних вибоях.

Порядок розрахунку й побудови зон ПГТ:

1. По номограмі на рис. 1.2, у визначають ширину зони опорного тиску l на шарі, що впливає, залежно від H й m_b .

2. Визначають дальності N_1 зони підвищеної небезпеки (ЗПН), N_2 небезпечної зони (НЗ) і N_3 прогновної зони (ПЗ) у покрівлю шару, що впливає, і N_1' дальності N_2' , N_3' і відповідних зон (ЗПН, НЗ, ПЗ) у ґрунт шару,

що впливає. Ці дальності визначають у безрозмірних величинах N_i/l по номограмах на рис. 3.5 у покрівлю шару, що впливає, і на рис. 3.6 – у ґрунт шару, що впливає, залежно від відношення ширини цілика до ширини зони опорного тиску a/l з урахуванням взаємного розташування ціликів і крайових частин щодо напрямку подвигання очисного вибою на розроблювальному шарі.

Для крайових частин лав дальності ЗПН, НЗ і ПЗ знаходять по номограмах, наведеним на рис. 3.5 й 3.6 для значення $a/l = 2$.

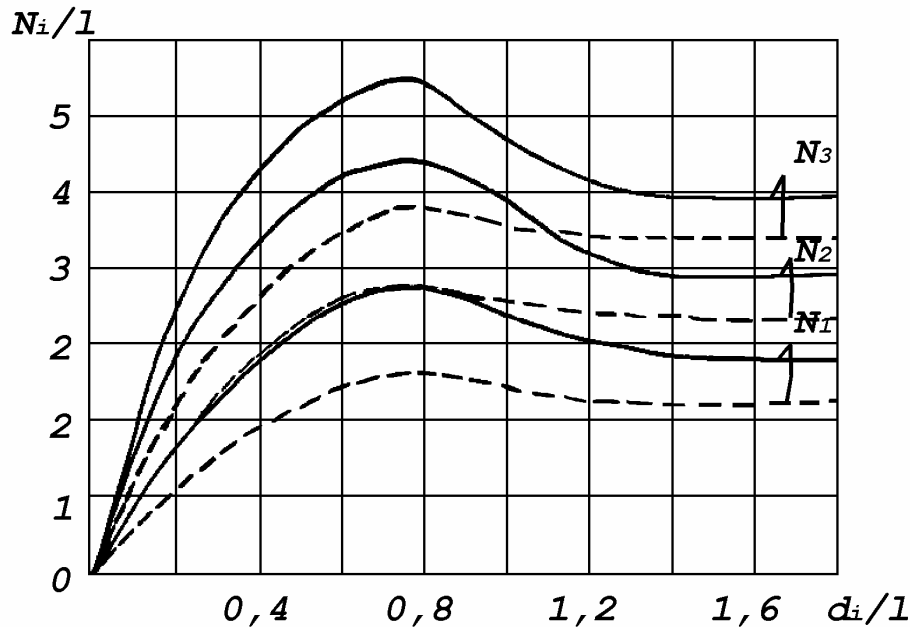


Рис. 3.5. Безрозмірні значення дальності впливу зон ПГТ при проході лав над ціликами (крайовими частинами)

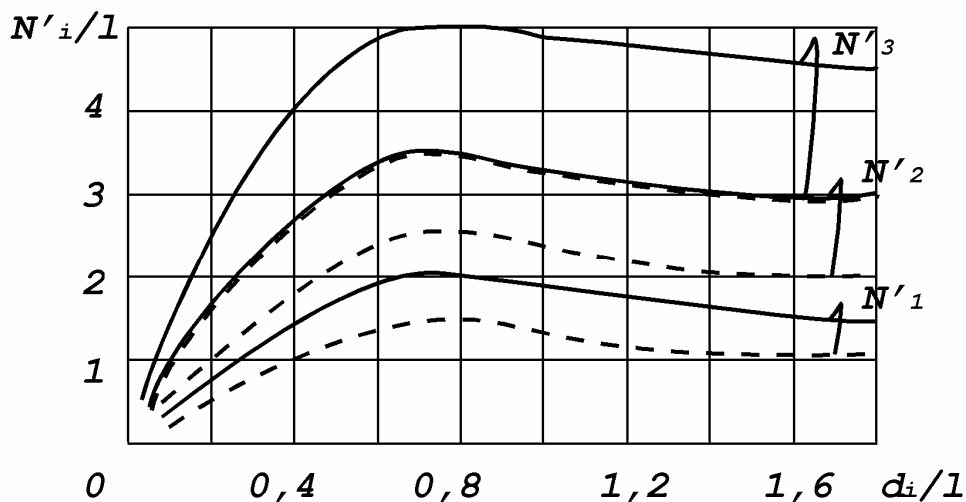


Рис. 3.6. Безрозмірні значення дальності впливу зон ПГТ при проході лав під ціликами (крайовими частинами)

При цьому на рис. 3.5 графіки дальності впливу зон ПГТ показані суцільними лініями для перпендикулярних ціликів і сходу з перпендикулярних

крайових частин, а пунктирними лініями - для паралельних ціликів і входу на перпендикулярні крайові частини.

На рис. 3.6 графіки дальності впливу зон ПГТ показані суцільними лініями для перпендикулярних ціликів і виходу з-під перпендикулярних крайових частин, а пунктирними лініями - для паралельних ціликів і входу під перпендикулярні крайові частини.

3. Значення дальностей зон ЗПН, НЗ і ПЗ відповідно N_1 , N_2 , N_3 (N_1' , N_2' , N_3') у метрах знаходять шляхом множення відносини N_i/l , отриманого з номограм, на ширину зони опорного тиску l . Наприклад, при $N_1/l = 3,0$ й $l = 40$ м значення N_1 в метрах буде дорівнювати $N_1 = 3 \times 40 = 120$ м.

4. Для побудови зон ПГТ на розрізах вхрест простягання насамперед проводять границі зон ЗПН, НЗ і ПЗ по дальності паралельно нашаруванню (рис. 3.3, 3.4) на відстанях від шару, що N_1 впливає N_2 , N_3 , (у покрівлю) N_1' і N_2' , N_3' , (у ґрунт).

Від границь цілику або крайової частини з боку виробленого простору на шарі, що впливає, під кутом 60° до нашарування проводять штрихові лінії до перетинання із границями ЗПН по дальності. Потім від отриманих крапок перетинання проводять прямі перпендикулярно нашаруванню до перетинання із границями зон НЗ і ПЗ по дальності.

5. Для побудови бічних границь ЗПН з боку виробленого простору відкладають від границь очисних робіт шару, що впливає, відстані по 20 м й одержують *крапки Т и К* (T' і K') у покрівлі й ґрунті шару, що впливає. Отримані крапки на рівні шару, що впливає, з'єднують із границями ЗПН по дальності (рис. 3.3, 3.4).

6. Границями зон ПГТ від крайових частин з боку масиву є прямі, проведені перпендикулярно нашаруванню через крапки, що відстоять від границь виробленого простору на шарі, що впливає, на відстані, рівній ширині зони опорного l тиску (рис. 3.4).

7. Побудова зон ПГТ на розрізах по простягання виконується так само, як і на розрізах вхрест простягання, але в цьому випадку приймається $\alpha = 0^\circ$.

Границі зон ПГТ, побудовані на розрізах вхрест простягання й по простягання, переносять на план гірничих виробок розроблювального шару із вказівкою ступеня небезпеки зон (ЗПН, НЗ або ПЗ), наприклад "зона ЗПН від пл. k_2 ".

У випадках накладення зон ПГТ від різних шарів, що впливають, на ту саму ділянку розроблювального шару побудова зон ПГТ виробляється окремо від кожного шару, що впливає, а потім здійснюється сполучення побудованих зон ПГТ. При цьому границі зони ПГТ від одного цілику (крайової частини), що попадають у зону ПГТ від іншого цілику (крайової частини), але не перевищуючу цю зону по ступені небезпеки, на плани гірничих виробок не наносять.

3.3. Розрахунок і побудова границь зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску в очисних виробках, при розробці свит шарів з кутами падіння понад 35°

Оскільки зони ПГТ характеризуються тим, що в них нормальні до нашарування напруги по абсолютній величині більше початкових напруг у недоторканому масиві, то параметри зон ПГТ варто визначати на основі кількісної оцінки напруг у приробленій і надробленій товщі порід.

Методика розрахунку й побудови зон ПГТ при відпрацьовуванні свит шарів з кутами падіння понад 35° розроблена на основі розрахунку напруг у зонах впливу очисних виробок і ціликів. Вона дозволяє диференційовано врахувати вплив глибини розробки, довжин лав, кута падіння шарів, потужності й неоднорідності состава порід міжшарів на конфігурацію й розміри зон ПГТ у товщі гірських порід.

3.3.1. Розрахунок і побудова границь зон ПГТ від ціликів шарів що впливають

Для рішення питань керування гірським тиском в очисних вибоях при розробці свит шарів з кутами падіння понад 35° під ціликом варто розуміти невідпрацьовану ділянку шару з розмірами по простяганню або падінню (повстанню) $l_{\alpha} \leq 2l_{\alpha}$, де l_{α} – ширина зони небезпечних проявів опорного тиску. Для крутонахилених і крутих шарів при $36^\circ \leq \alpha \leq 80^\circ$ величина l_{α} знаходиться з вираження $l_{\alpha} = l \cdot \cos \alpha$. Ширина зони опорного тиску l на шарі, на якому залишений цілик, визначається по номограмі на рис. 1.2, у залежності від глибини залягання цілика H й потужності шару, що виймається m_b .

При побудові границь зон ПГТ обліку підлягають цілики, найменший розмір яких по простяганню або падінню (повстанню) перевищує $0,1l$.

На шарах з кутами падіння понад 45° на вентиляційних обріях обліку не підлягають вугільні цілики внаслідок втрати їхньої несучої здатності з розмірами по повстанню (падінню) 6 м і менш, що залишаються над і під пластовими штреками.

Для ціликів з розмірами не більше 6 м по простяганню й 12 м по падінню (повстанню) при потужності міжшаря більше 50 м зони ПГТ також не будують і додаткові заходи щодо кріплення й керування гірським тиском в очисних вибоях при переході ними зон ПГТ не передбачають.

Конфігурація зон ПГТ від ціликів у товщі порід має замкнутий контур. На рис. 3.7 для наочності показана загальна конфігурація зони ПГТ на основі закономірностей перерозподілу нормальних до нашарування напруг у товщі порід у зоні впливу цілика. Однак для побудови границь зони ПГТ на розроблювальному шарі не потрібно будувати весь контур зони ПГТ у товщі порід, а досить відкласти відстані Δl_1 й Δl_2 від нормалей, проведених через границі цілика.

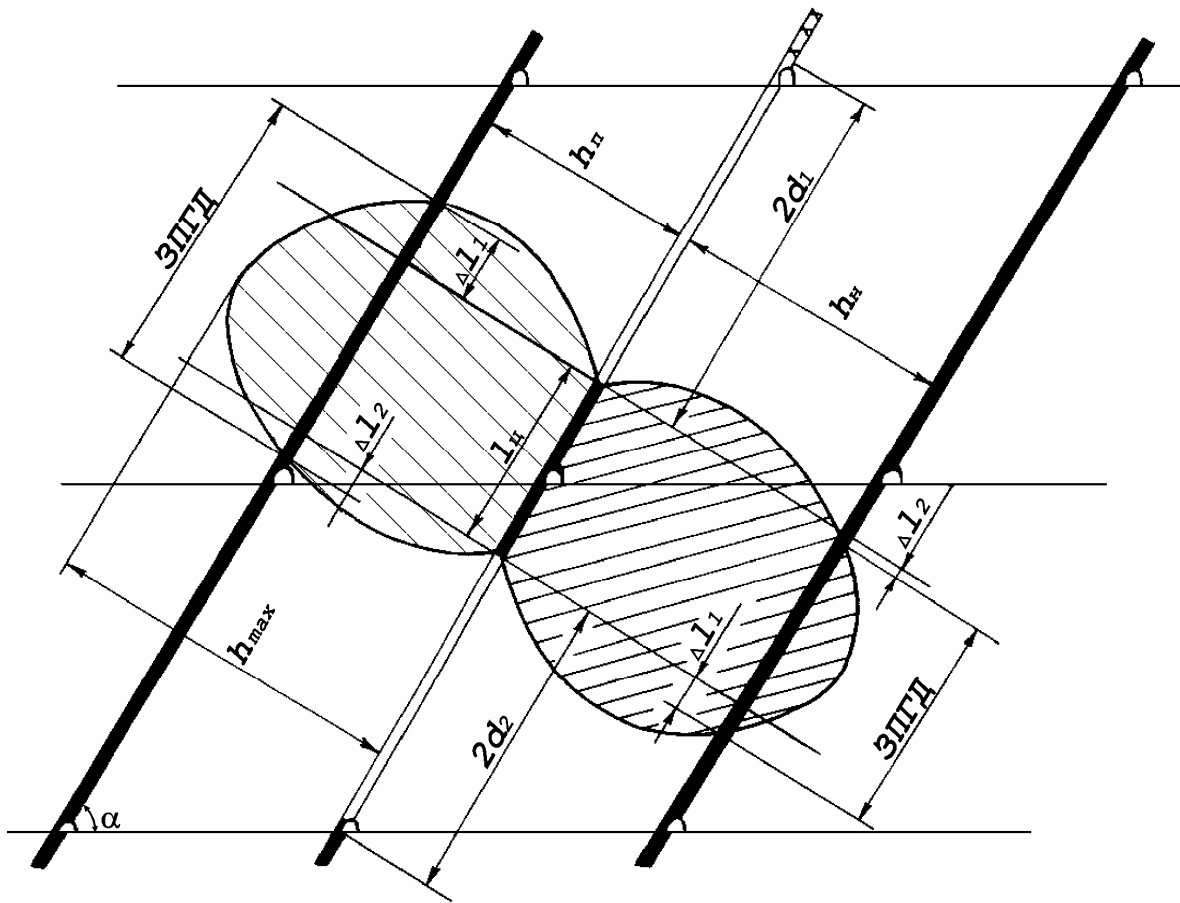


Рис. 3.7. Конфігурація й параметри зон ПГТ у товщі порід від ціликів на розрізі вхрест простягання

Максимальна дальність впливу зони ПГТ h_{max} і параметри Δl_1 й Δl_2 для визначення границь зон ПГТ на розроблювальному шарі залежать від розміру цілика $l_{\text{ц}}$, довжин лав $2a_1$ й $2a_2$, що примикають до цілика, кута падіння шарів α , потужності міжшарря при надробітку $h_{\text{н}}$ або підробітку $h_{\text{п}}$ й неоднорідності складу порід міжшарря.

Для визначення границь зон ПГТ на розроблювальному шарі використовуються відносні величини: $l_{\text{ц}}/a$, $h_{\text{н}}/a$, $h_{\text{п}}/a$, h_{max}/a , $\Delta l_1/a$, $\Delta l_2/a$. За розрахункове значення параметра a приймається половина найбільшої довжини лави, пов'язаною із ціликом (рис. 3.7). При розташуванні цілика в межах висоти поверху в умовах відпрацьованого верхнього обрію за розрахункове значення приймається половина похилої висоти верхнього поверху.

При заляганні в міжшаррі піщаників і вапняків концентрація напруг у зонах ПГТ зменшується. Вплив неоднорідності складу порід міжшарря на параметри зон ПГТ ураховується коефіцієнтом $K_{\text{н}}$, що визначається залежно від процентного вмісту η міцних порід (піщаники, вапняки) у міжшаррі й відносини середніх коефіцієнтів міцності міцних порід і сланців $f_{\text{п}}/f_{\text{сл}}$ по номограмі на рис. 3.8.

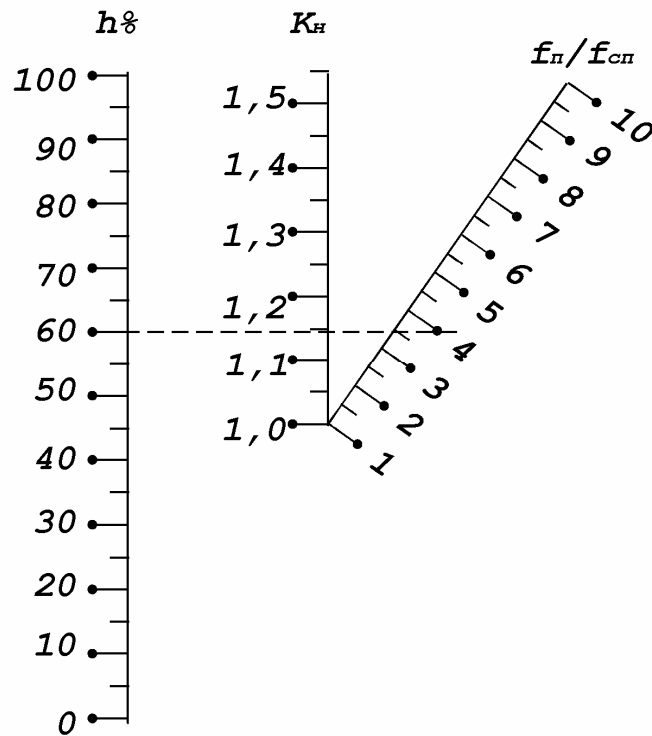


Рис. 3.8. Номограма для визначення коефіцієнта K_n , що враховує неоднорідність складу порід міжшаря

За допомогою коефіцієнта K_n знаходиться розрахункова потужність міжшаря h_p , по якій потім визначаються параметри зон ПГТ. Під розрахунковою розуміється еквівалентна потужність міжшаря, у складі якого відсутні породні шари піщаників і вапняків. Розрахункова потужність міжшаря обчислюється по формулі $h_p = h \cdot K_n$, де h – фактична потужність міжшаря при надробітку або підробітку.

Якщо міжшаря представлено піщаниками й вапняками на 100%, то при визначенні відносини f_n / f_{cn} приймається середнє значення коефіцієнта міцності сланців f_{cn} , що залягають нижче розглянутого міжшаря для випадку надробітку й залягаючих вище даного міжшаря при підробітку. У випадках, коли міжшаря представлено сланцями на 100% ($\eta = 0$), коефіцієнт $K_n = 1$.

Перед початком визначення параметрів зон ПГТ виконавцеві треба переконатися в необхідності їхньої побудови шляхом порівняння розрахункової потужності міжшаря h_p з максимальною дальністю впливу зон ПГТ у товщі порід. Максимальна дальність h_{max} у частках a від ціликів, витягнутих по падінню (повстанню), знаходиться по табл. 3.1 залежно від l_{Π} / a для всього діапазону зміни кута залягання шарів. Максимальна дальність зон ПГТ від ціликів, витягнутих по простяганню, визначається по табл. 3.2 при виїмці світ крутонахилених шарів і по табл. 3.3 - при виїмці світ крутих шарів.

Таблиця 3.1

Максимальна дальність впливу зон ПГТ у товщі порід
від ціликів, витягнутих по падінню (повстанню), при $\alpha = 36^\circ\text{-}80^\circ$

$l_{\text{ц}} / a$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h_{max} / a	1,05	1,30	1,50	1,70	1,80

Таблиця 3.2

Максимальна дальність впливу зон ПГТ у товщі порід
від ціликів, витягнутих по простяганню, при розробці свит
крутонахилених шарів ($\alpha = 35^\circ\text{-}55^\circ$)

$l_{\text{ц}} / a$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h_{max} / a	0,90	1,05	1,15	1,25	1,30

Таблиця 3.3

Максимальна дальність впливу зон ПГТ у товщі порід від
ціликів, витягнутих по простяганню, при розробці свит
крутих шарів ($\alpha = 56^\circ\text{-}80^\circ$)

$l_{\text{ц}} / a$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
h_{max} / a	0,85	1,00	1,10	1,15	1,20

При відношенні $l_{\text{ц}} / a > 1$ максимальна дальність зон ПГТ h_{max} / a знаходиться по табл. 3.1–3.3 по відношенню $l_{\text{ц}} / a = 1$, а при відношенні $l_{\text{ц}} / a < 0,2$ – по відношенню $l_{\text{ц}} / a = 0,2$. Чисельні значення h_{max} (у метрах) обчислюються множенням табличних значень h_{max} / a на параметр a . Якщо $h_p \geq h_{\text{max}}$, то побудова зон ПГТ для розглянутих гірничо-геологічних умов не виробляється. Побудову зон ПГТ необхідно виконувати при $h_p < h_{\text{max}}$.

Побудова границь зон ПГТ на розрізах по простяганню виконується згідно рис. 3.9, а шляхом відкладення відстаней Δl від проекцій границь цілика. Відстані Δl в частках a знаходять по табл. 3.4 залежно від відносин $l_{\text{ц}} / a$ й h_p / a .

При $l_{\text{ц}} / a > 1$ значення $l_{\text{ц}} / a$ приймаються рівними 1,0, а при $l_{\text{ц}} / a < 0,2$ відповідно рівними 0,2. Для проміжних значень величин $l_{\text{ц}} / a$ і h_p / a значення $l_{\text{ц}} / a$ визначають шляхом інтерполяції. Чисельні значення Δl (у метрах) знаходять множенням табличних значень $\Delta l / a$ на параметр a . Значення відстаней Δl у метрах зі знаком плюс відкладаються від проекцій границь цілика у бік виробленого простору (рис. 3.9, а), а зі знаком мінус – у бік цілика. При $h_p = h_{\text{max}}$ в нижній крапці границі зон ПГТ при надробітку й у

верхній крапці границі зон ПГТ при підробітку значення Δl (у метрах) є негативними й чисельно дорівнюють половині ширини цілика $l_{\text{ц}}/2$.

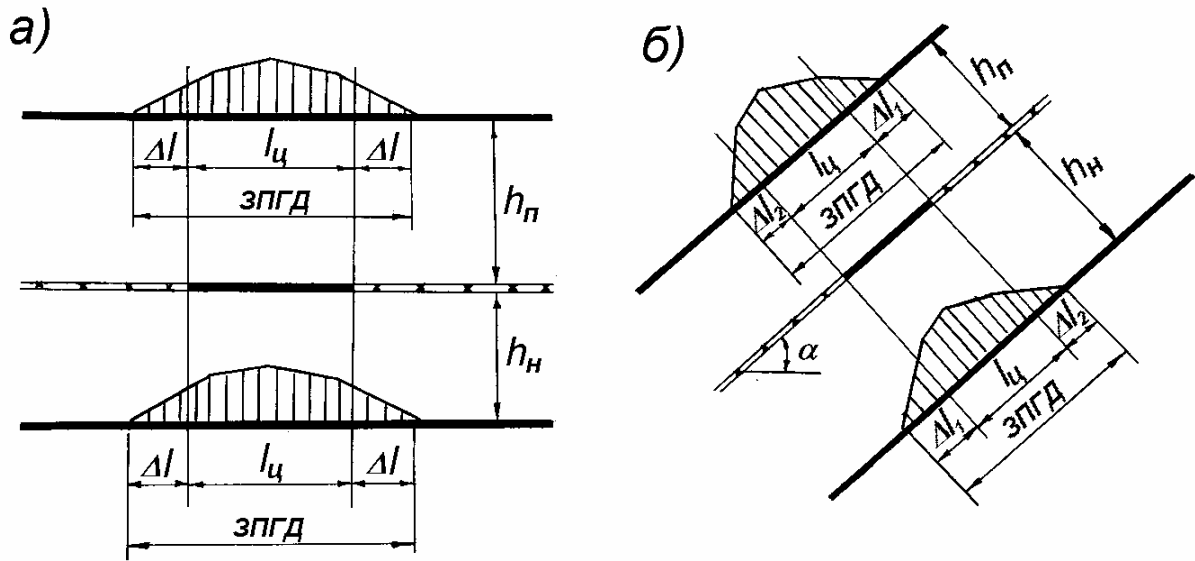


Рис. 3.9. Побудова границь зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску, від ціликів при кутах падіння понад 35° : *а* – на розрізах по простяганню; *б* – на розрізах вхрест простягання

Побудова границь зон ПГТ на розрізах вхрест простягання виконується згідно рис. 3.9, *б* шляхом відкладення відстаней Δl_1 і Δl_2 від нормалей, проведених через границі цілика. При надробітку відстані Δl_1 й Δl_2 відкладаються від нормалей, проведених через нижню й верхню границі цілика, а при підробітку – від нормалей, проведених через верхню й нижню границі цілика.

Чисельні значення параметрів зон ПГТ Δl_1 й Δl_2 у частках *а* при розробці свит крутонахилених шарів знаходять по табл. 3.5, а при розробці свит крутих шарів – по табл. 3.6, залежно від відносин $l_{\text{ц}}/a$ й h_p/a . Для проміжних значень $l_{\text{ц}}/a$ і h_p/a параметри $\Delta l_1/a$ й $\Delta l_2/a$ визначаються шляхом інтерполяції. У випадках, коли $l_{\text{ц}}/a > 1$ й $l_{\text{ц}}/a < 0,2$, значення $\Delta l_1/a$ й $\Delta l_2/a$ визначаються відповідно при $l_{\text{ц}}/a = 1$ й $l_{\text{ц}}/a = 0,2$. Чисельні значення відстаней Δl_1 й Δl_2 (у метрах) визначають шляхом множення табличних значень відносин $\Delta l_1/a$ і $\Delta l_2/a$ на параметр *a*. Значення відстаней Δl_1 й Δl_2 у метрах зі знаком плюс відкладають від нормалей, проведених через границі цілика, у бік вироблених просторів (рис. 3.9, *б*), а зі знаком мінус – у бік цілика. При $h_p = h_{\text{max}}$ відстані Δl_1 й Δl_2 мають знак мінус і чисельно рівні $l_{\text{ц}}/2$ (рис. 3.7).

При однакових розмірах ціликів по простяганню й падінню (квадратна форма цілика) приймається максимальна дальність від ціликів, витягнутих по падінню (повстанню) згідно табл. 3.1. Значення параметрів Δl_1 і Δl_2 приймаються рівними Δl й визначаються по табл. 3.4.

**Параметри зон ПГТ від ціликів і крайових частин шарів
на розрізах по простяганню**

$l_{\text{ц}} / a$	Відстані $\Delta l / a$ при потужності міжшаря h_p / a													
	0	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,05	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
1,0	0	0,10	0,14	0,14	0,13	0,11	0,10	0,07	0,04	0,01	-0,04	-0,10	-0,20	-0,50
0,8	0	0,11	0,15	0,16	0,15	0,13	0,12	0,08	0,05	-0,01	-0,06	-0,19	-0,40	-
0,6	0	0,11	0,16	0,18	0,20	0,14	0,12	0,07	-0,02	-0,09	-0,30	-	-	-
0,4	0	0,13	0,19	0,21	0,20	0,14	0,08	-0,01	-0,20	-	-	-	-	-
0,2	0	0,15	0,19	0,23	0,18	0,01	-0,10	-	-	-	-	-	-	-

Примітки:

1. Прочерки в таблиці означають відсутність впливу зон ПГТ.
2. $l_{\text{ц}}$ – розмір цілика по простяганню.
3. Значення відстаней Δl зі знаком плюс відкладаються від проєкцій границь цілика або крайової частини убік виробленого простору, а зі знаком мінус – убік цілика або крайової частини

3.3.2. Розрахунок і побудова границь зон ПГТ від крайових частин шарів, що впливають

Під крайовою частиною шару для рішення питань керування гірським тиском в очисних вибоях, при розробці свит шарів з кутами падіння понад 35° варто розуміти невідпрацьовану ділянку шару з розмірами по простяганню або падінню (повстанню), що перевищують $2l_{\alpha}$, де l_{α} – ширина зони небезпечних проявів опорного тиску.

На рис. 3.10 для наочності показана конфігурація зон ПГТ у товщі порід від крайових частин шару, що впливає, на основі закономірностей перерозподілу нормальних до нашарування напруг у зоні впливу очисної виробки. Однак для побудови границь зон ПГТ на розроблювальному шарі від крайових частин не потрібно будувати криволінійний контур границі зони ПГТ із боку виробленого простору шару, що впливає, а досить відкласти від нормалі, проведеної через границю крайової частини, l_{α} відстані Δl_1 й Δl_2 .

Максимальна дальність h_{max} впливу зон ПГТ у товщі порід від створів зупинених лав (крайові частини шару на розрізі по простяганню) визначається по табл. 3.1 при $l_{\text{ц}} = 2l_{\alpha}$. У випадках, коли відношення $2l_{\alpha} / a > 1$, максимальна дальність впливу зон ПГТ від створів зупинених лав визначається по табл. 3.1 по відношенню $l_{\text{ц}} / a = 1$, де a – половина довжини лави.

Перед початком визначення параметрів зон ПГТ від створів зупинених лав треба переконатися в необхідності їхньої побудови шляхом порівняння розрахункової потужності міжшаря h_p при надробітку або підробітку з максимальною дальністю зон ПГТ у товщі порід h_{max} . Побудову зон ПГТ від створів зупинених лав варто робити при $h_p < h_{\text{max}}$.

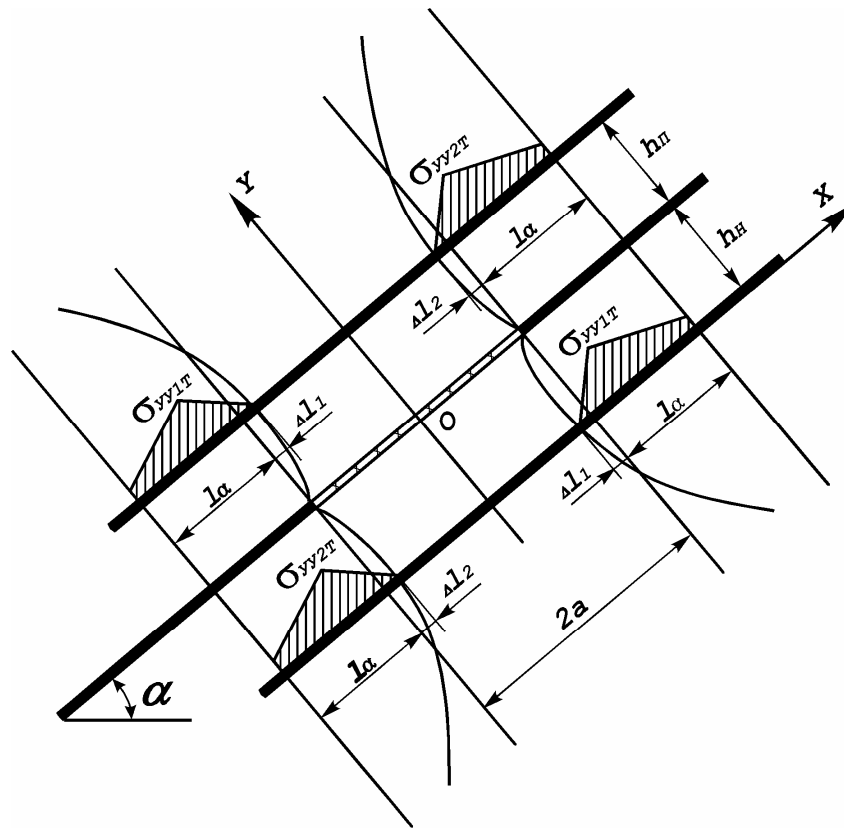


Рис. 3.10. Схема визначення в товщі гірських порід параметрів зон ПГТ від крайових частин шарів, що надпрацьовують і підпрацьовують

Максимальна дальність h_{max} впливу зон ПГТ від крайових частин шарів, що надпрацьовують і підпрацьовують по падінню (повстанню) визначається для свит крутонахилених шарів по табл. 3.2, а для свит крутих шарів – по табл. 3.3 при $l_{ц} = 2l_{\alpha}$. У випадках, коли відношення $2l_{\alpha} / a > 1$, максимальна дальність впливу зон ПГТ від крайових частин сусідніх шарів по падінню (повстанню) визначається по табл. 3.2 й 3.3 по відношенню $l_{ц} / a = 1$. Побудову зон ПГТ від крайових частин шарів, що надпрацьовують і підпрацьовують по падінню (повстанню) також варто робити при $h_p < h_{max}$.

Побудова зон ПГТ від створів зупинених лав і крайових частин на розрізі по простяганню виробляється згідно рис. 3.11, а шляхом відкладення відстаней Δl і ширини зони небезпечних проявів опорного тиску l_{α} від проекції границі лави на розроблювальний шар.

Ширина зони небезпечних проявів опорного тиску l_{α} відкладається від проекції границі лави убік масиву. Відстані Δl в частках a перебувають по табл. 3.4 при $l_{ц} = 2l_{\alpha}$. У випадках, коли $2l_{\alpha} / a > 1$, значення $\Delta l / a$ визначаються по табл. 3.4 по відношенню $l_{ц} / a = 1$.

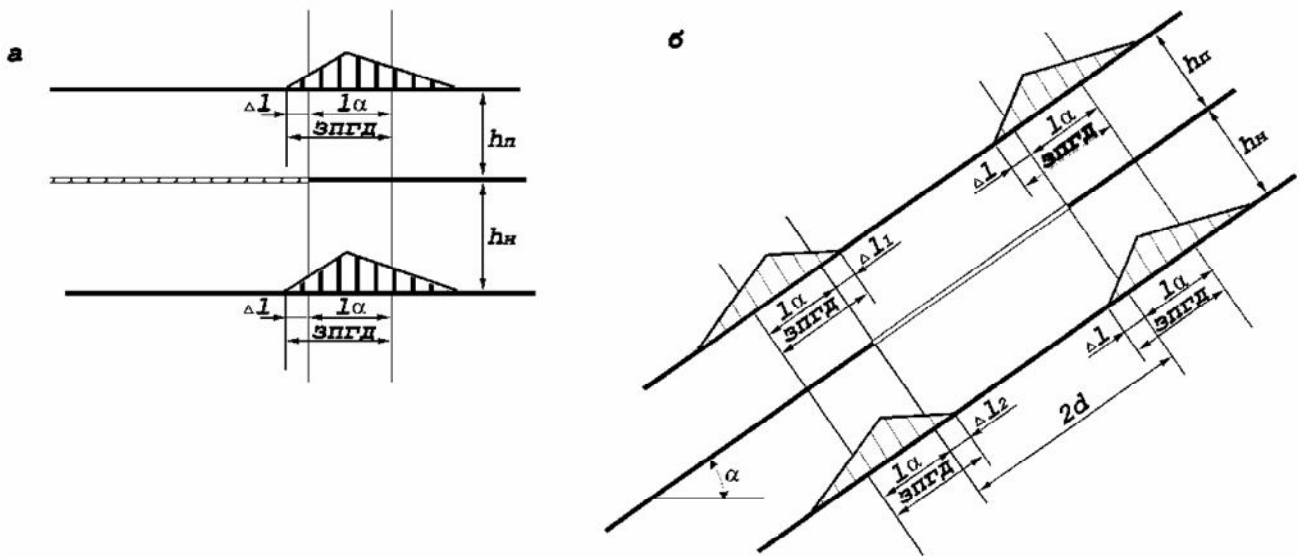


Рис. 3.11. Побудова границь зон ПГТ, небезпечних по проявах гірського тиску від створів зупинених лав і крайових частин при кутах падіння понад 35° : а – на розрізах по простяганню; б – на розрізах вхрест простягання

Чисельні значення відстаней Δl (у метрах) обчислюються множенням табличних значень $\Delta l/a$ на параметр a , дорівнює половині довжини лави. Відстані Δl (у метрах) зі знаком плюс відкладаються убік виробленого простору від границі лави (рис. 3.11, а), а зі знаком мінус – убік крайової частини шару. При негативних значеннях Δl , рівних по абсолютній величині ширині зони небезпечних проявів опорного тиску l_α , вплив зон ПГТ у товщі порід від створів зупинених лав і крайових частин на розрізах по простяганню відсутній.

Побудова зон ПГТ від крайових частин шарів, що надпрацьовують і підпрацьовують по падінню (повстанню) на розрізах вхрест простягання виконується згідно рис. 3.11, б.

Ширина зони небезпечних проявів опорного тиску l_α відкладається від нормалей, проведених через границі лави, убік крайової частини шару. Відстані Δl_1 й Δl_2 у частках a при $l_\alpha = 2l_\alpha$ для свит крутонахилених шарів знаходять по табл. 3.5, а для свит крутих шарів – по табл. 3.6. У випадках, коли $2l_\alpha/a > 1$ (де a – половина довжини лави на шарі, що має крайові частини), параметри Δl_1 й Δl_2 визначаються по табл. 3.5 й 3.6 по відношенню $l_\alpha/a = 1$. Відстані Δl_1 й Δl_2 (у метрах) зі знаком плюс відкладаються від нормалей, проведених через границі лави, убік виробленого простору, а зі знаком мінус – убік крайових частин шару. Вплив зон ПГТ у товщі від крайових частин шарів припиняється у випадках, коли абсолютні величини негативних значень відстаней Δl_1 й Δl_2 (у метрах) рівні довжини зони небезпечних проявів опорного тиску l_α (рис. 3.10).

Параметри зон ПГТ від ціликів і крайових частин шарів на розрізах вхрест простягання при розробці свит крутонахилених шарів
($\alpha = 36^\circ - 55^\circ$)

Параметри зон	$l_{\text{ц}} / a$	Потужність міжшаря, h_p / a											
		0	0,20	0,40	0,60	0,80	0,90	1,00	1,05	1,15	1,20	1,25	1,30
$\Delta l_1 / a$	1,0	0	0,10	0,12	0,10	0,06	0,02	-0,02	-0,06	-0,13	-0,17	-0,34	-0,50
$\Delta l_2 / a$		0	0,06	0,05	0,01	-0,05	-0,10	-0,14	-0,18	-0,26	-0,30	-0,40	-0,50
$\Delta l_1 / a$	0,8	0	0,11	0,13	0,13	0,09	0,05	0,01	-0,04	-0,14	-0,18	-0,40	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,07	0,06	0,04	-0,01	-0,06	-0,10	-0,15	-0,25	-0,30	-0,40	-
$\Delta l_1 / a$	0,6	0	0,12	0,16	0,16	0,12	0,07	0,03	-0,13	-0,30	-	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,07	0,09	0,07	0,02	-0,03	-0,07	-0,19	-0,30	-	-	-
$\Delta l_1 / a$	0,4	0	0,14	0,18	0,19	0,14	0,08	-0,02	-0,20	-	-	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,09	0,11	0,11	0,05	-0,04	-0,12	-0,20	-	-	-	-
$\Delta l_1 / a$	0,2	0	0,16	0,22	0,21	0,11	-0,10	-	-	-	-	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,11	0,15	0,13	0,02	-0,10	-	-	-	-	-	-

Примітки: 1. Прочерки в таблиці означають відсутність впливу зон ПГТ.

2. $l_{\text{ц}}$ – розмір цілика по падінню.

3. Значення відстаней Δl_1 і Δl_2 зі знаком плюс відкладаються від проекцій границь цілика або крайової частини убік виробленого простору, а зі знаком мінус – убік цілика або крайової частини

Таблиця 3.6

Параметри зон ПГТ від ціликів і крайових частин шарів на розрізах вхрест простягання при розробці свит крутих шарів ($\alpha = 56^\circ - 80^\circ$)

Параметри зон	$l_{\text{ц}} / a$	Потужність міжшаря, h_p / a									
		0	0,20	0,40	0,60	0,80	0,85	1,00	1,10	1,15	1,20
$\Delta l_1 / a$	1,0	0	0,09	0,10	0,07	0,01	-0,01	-0,10	-0,20	-0,27	-0,50
$\Delta l_2 / a$		0	0,06	0,04	-0,02	-0,10	-0,13	-0,22	-0,34	-0,41	-0,50
$\Delta l_1 / a$	0,8	0	0,10	0,12	0,11	0,05	0,02	-0,06	-0,18	-0,40	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,06	0,05	0,02	-0,05	-0,08	-0,17	-0,28	-0,40	-
$\Delta l_1 / a$	0,6	0	0,11	0,15	0,14	0,09	0,08	-0,05	-0,30	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,07	0,08	0,05	-0,01	-0,05	-0,16	-0,30	-	-
$\Delta l_1 / a$	0,4	0	0,13	0,18	0,17	0,11	0,07	-0,20	-	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,08	0,10	0,09	0,02	-0,02	-0,20	-	-	-
$\Delta l_1 / a$	0,2	0	0,16	0,21	0,19	0,05	-0,10	-	-	-	-
$\Delta l_2 / a$		0	0,10	0,14	0,12	-0,03	-0,10	-	-	-	-

Примітки: 1. Прочерки в таблиці означають відсутність впливу зон ПГТ.

2. $l_{\text{ц}}$ – розмір цілика по падінню (повстанню).
3. Значення відстаней Δl_1 і Δl_2 зі знаком плюс відкладаються від проекцій границь цілика або крайової частини убік виробленого простору, а зі знаком мінус – убік цілика або крайової частини

3.3.3. Визначення ступеня небезпеки зон ПГТ

По ступені небезпеки проявів гірського тиску на розроблювальному шарі при відпрацьовуванні свит з кутами падіння понад 35° у кожній зоні ПГТ виділяють три зони:

Зона I ступеня небезпеки характеризується порушенням суцільності бічних порід, їхнім обваленням і сповзанням, поломкою кріплень біля вибою і спеціальних кріплень або їхнім перекиданням по падінню (більше 25%); руйнуванням вугільного масиву (віджим, стріляння), особливо в місцях сполучень із відкаточними й вентиляційними штреками, прямолінійної й уступної частин лави й уступів; посиленням тиском на кріплення штреків із проковзуванням сегментів у замках.

Зона II ступеня небезпеки характеризується поломкою кріплення в очисних вибоях до 25%, особливо в місцях сполучень, зменшенням величини кроку обвалення, віджимом вугілля в нависаючій частині вугільного масиву й нахилом кріплення на границях зон ПГТ.

Зона III ступеня небезпеки характеризується поломкою кріплення до 10% на сполученнях лав, уступів, а при слабких породах ґрунту - їхнім обдиманням з наступним сповзанням у межах робочого простору очисного вибою.

Після побудови границь зони ПГТ на розроблювальному шарі визначається ступінь її небезпеки по номограмі на рис. 3.12. На номограмі по осі абсцис відкладені величини розрахункової потужності міжшарря h_p в метрах, а по осі ординат - ступінь небезпеки зон ПГТ. Вище кривій 1 розташована область, що відповідає міжшаррям, що містить менш 50% піщаників і вапняків; нижче кривій 2 - більше 70%. У випадках, коли фактичний зміст піщаників і вапняків у міжшаррі менш 50% або більше 70%, то при визначенні ступеня небезпеки зони ПГТ приймається зміст піщаників і вапняків, рівним відповідно 50% і 70%.

Вище прямій 3 розташована область, що відповідає I ступеня небезпеки, між прямими 3 й 4 – II ступеня небезпеки й нижче прямій 4 – III ступеня.

Для визначення ступеня небезпеки із точки на осі абсцис, що відповідає розрахункової потужності міжшарря h_p , відновлюється перпендикуляр до перетинання із кривої, що відповідає процентному вмісту піщаників і вапняків у міжшаррі. По приналежності отриманої точки перетинання тієї або іншої області номограми встановлюється ступінь небезпеки побудованої зони ПГТ.

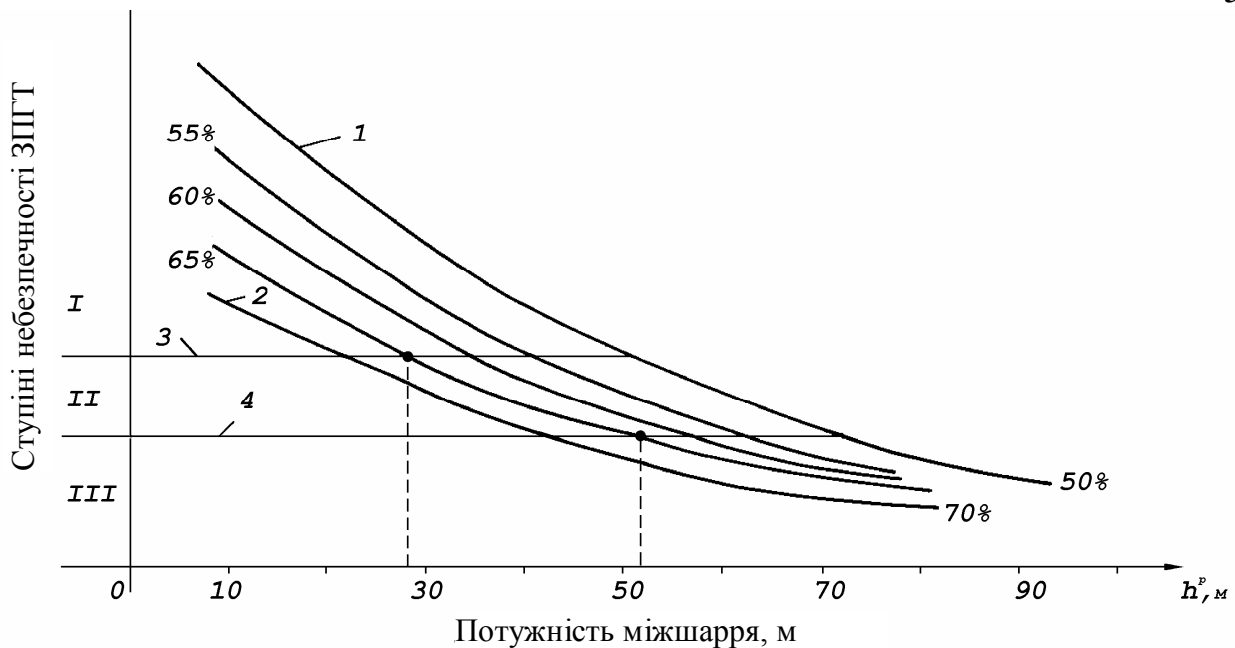


Рис. 3.12. Номограма для визначення ступеня небезпеки зон ПГТ

При накладенні зон ПГТ від впливу ціликів і крайових частин від декількох шарів на тій самій ділянці розглянутого шару зони ПГТ будуються від кожного шару, що впливає, по викладеній вище методиці, а потім виробляється сполучення побудованих зон ПГТ.

В умовах накладення зон підвищеного гірського тиску ступінь небезпеки спільного впливу зон ПГТ приймається по найнебезпечнішій зі сполучених зон і тільки при сполученні двох і більше зон ПГТ другого ступеня небезпеки спільний вплив зон ПГТ прирівнюється до першого ступеня небезпеки.

Вірогідність розрахункових параметрів зон ПГТ при розробці свит шарів з кутами падіння понад 35° обґрунтована результатом шахтних досліджень проявів гірського тиску й досвідом ведення гірничих робіт. На підставі інструментальних спостережень ДонВГІ й ВНДМІ за зближеннями бічних порід у просторі лав біля вибою й аналізу досвіду ведення очисних робіт на шахтах Центрального району Донбасу встановлено, що при розробці свит крутих шарів незалежно від способу керування покрівлею в лавах при переході зон ПГТ відзначається помітний вплив їх на стан порід і кріплення очисного вибою тільки при потужності міжшаря до 70 м. За даними табл. 3.3 максимальна дальність впливу зон ПГТ при куті падіння шарів 60° і довжинах лав 140 м змінюється від 60 до 84 м залежно від ширини ціликів вугілля.

3.4. Заходи щодо керування гірським тиском і кріпленню очисних вибоїв у зонах ПГТ

Додаткові заходи щодо керування гірським тиском і кріпленню очисних вибоїв при роботі їх у зонах ПГТ від ціликів і крайових частин шарів, що впливають, розробляються відповідно до вказівок [6, 7] залежно від стійкості бічних порід і ступеня небезпеки зон ПГТ. Заходи повинні застосовуватися насамперед для запобігання затиснення кріплень і вивалоутворення в лавах.

В очисних вибоях з індивідуальним кріпленням для запобігання затиснення кріплення варто підвищити питомий опір шляхом збільшення щільності розміщення стійок з більше високим опором, а при слабких породах ґрунту встановлювати стійки на розширені металеві опори або на лежні.

При роботі очисних вибоїв у зонах ПГТ із механізованим кріпленням варто встановлювати додаткові стійки під козирки верхняків секцій механізованого кріплення, систематично виправляти секції, що відхилилися від нормального положення й не робити виїмку вугілля в лаві при секціях, що відхилилися від нормалі.

Для запобігання обвалень покрівлі в лавах при роботі очисних вибоїв у зонах ПГТ рекомендується:

- застосування затягування покрівлі деревом до суцільної;
- раціональне керування початковим розпором секцій механізованого кріплення;
- використання шарнірних висувних верхняків в очисних вибоях з індивідуальним кріпленням;
- механічне й хімічне (при застосуванні механізованих кріплень) анкерування покрівлі.

4. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ З РОЗРАХУНКІВ І ПОБУДОВИ ЦІЛИКІВ ДЛЯ ОХОРОНИ БІЛЯСТВОЛЬНИХ Й РОЗКРИВАЮЧИХ ВИРОБОК

Згідно "Вказівок по раціональному розташуванню, охороні й підтриманню гірничих виробок на вугільних шахтах СРСР" (1986 р.) охорону біляствольних й розкриваючих виробок (квершлаг, ухили, бремсберги, штреки) рекомендується здійснювати розташуванням їх у розвантаженому масиві під виробленим простором розвантажувальних лав або під охоронними ціликами, що виключають шкідливий вплив очисних робіт. Оскільки розміри запобіжних ціликів є значними, то при погашенні виробок необхідно передбачати часткове або повне вилучення залишених ціликів.

Розкриваючі виробки слід розташовувати в однорідних найбільш стійких породах, а при перетинанні ними геологічних порушень і водоносних обріїв перетинати їх під прямим або близьким до нього кутом.

4.1 Розрахунок й побудова ціликів для охорони виробок, проведених по розроблювальному шару

Біляствольні й розкриваючі виробки розташовуються друг від друга на відстані більш L_D (рис. 4.1), що виключає взаємний вплив виробок. Відстань L_D згідно із Вказівками [8] визначається по формулі

$$L_D = (b_1 + b_2) \cdot K_L, \quad (4.1)$$

де b_1 і b_2 - сумарна ширина взаємовпливаючих виробок у проходці (вчерні), м; K_L - коефіцієнт взаємного впливу виробок, обумовлений по табл. 4.1 залежно від глибини розташування виробок, напрямку проведення виробок і розрахункового опору стиску вміщуючих порід.

Таблиця 4.1

Значення коефіцієнта K_L взаємного впливу виробок

Розрахункова глибина виробки від поверхні H_p , м	Коефіцієнт K_L при розрахунковому опорі R_c , МПа (кгс/см ²) для виробок							
	по простяганню				вхрест простягання			
	30 (300)	60 (600)	90 (900)	>120 (1200)	30 (300)	60 (600)	90 (900)	>120 (1200)
До 300	3,5/2	1,8/1,6	1,5/1,3	1,2/1	1,8	1,5	1,2	1
300-600	4/2,5	2/1,8	1,7/1,5	1,4/1,2	2,2	1,8	1,5	1,2
600-900	4,5/3	2,5/2,1	2/1,7	1,6/1,4	2,6	2,1	1,7	1,4
900-1200	5/3,5	3,5/3	2,5/2	1,8/1,6	3	2,5	2	1,5
Більш 1200	5,5/4	4/3,5	3/2,3	2/1,8	3,4	2,9	2,4	1,7

У табл. 4.1 у чисельнику показана величина для виробок із кутом до 35°, а в знаменнику - при більш 35°.

Для виробок, розташованих під кутом до простягання, значення коефіцієнту ухвалюють як середнє між значеннями по простяганню й вхрест простягання.

Для похилих виробок величину коефіцієнта ухвалюють як для горизонтальних виробок, пройдених по простяганню.

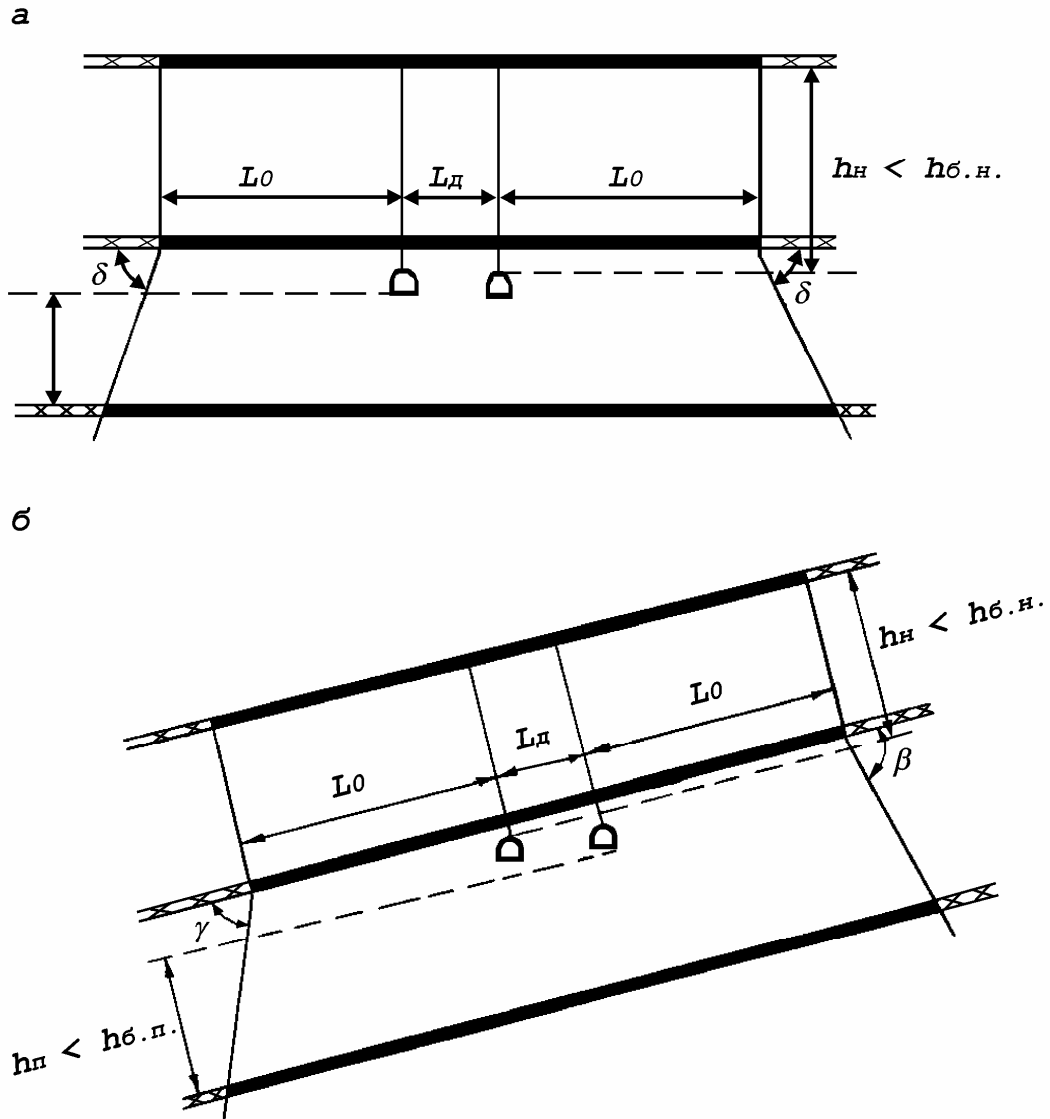


Рис. 4.1 - Схема побудови ціликів для охорони біляствольних й розкриваючих виробок від шкідливого впливу надробітку й підробітку: *а* - на розрізі по простяганню; *б* - на розрізі вхрест простягання

Розрахункова глибина розташування вироблення H_p обчислюється по формулі

$$H_p = H \cdot k, \quad (4.2)$$

де H - фактична глибина розташування виробки від земної поверхні; k - коефіцієнт, що враховує відмінність напруженого стану масиву в порівнянні з напруженим станом масиву від власної ваги товщі порід.

Для ділянок виробок у зонах впливу розривних порушень із амплітудою понад 50 м, у замках складок радіусом менше 100 м значення коефіцієнта k

ухвалюється на основі експериментальних даних, а при їх відсутності - рівним 1,5. В інших випадках допускається значення ухвалювати рівним одиниці.

Розрахунковий опір вміщаючи порід стиску R_c по контуру поперечного перетину виробки визначається з обліком усіх пересічних виробкою шарів потужністю більш 0,5 м, залягаючих на відстанях від контуру перетину виробки: у покрівлі - $1,5b$, у ґрунті й боках виробки - b , де b - ширина виробки (учерні).

Розрахунковий опір порід стиску окремих шарів R_c визначається з урахуванням порушеності породного масиву по формулі

$$R_c = R \cdot k_c, \quad (4.3)$$

де R - середнє значення опору порід у зразку одноосьовому стиску, експериментально встановлюване за результатами випробування зразків порід (при визначенні міцності порід за коефіцієнтом міцності f перерахування в мегапаскалях роблять по формулі $R = 10f$); k_c - коефіцієнт, що враховує додаткову порушеність масиву порід поверхнями без сціплення, або з малою зв'язністю (дзеркала ковзання, тріщини, глинисті прошарки і ін.).

При відомих відстанях між розламами керна розвідницьких свердловин значення коефіцієнта k_c визначають по табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Значення коефіцієнта k_c по керну розвідницьких свердловин

Вихід керна з відстанню між розламами, м	k_c
Більш 1	0,9
0,5 - 1	0,8
0,3 - 0,5	0,6
0,1 - 0,3	0,4
Уламки й дріб'язок до 0,1	0,2

У зонах впливу геологічних порушень коефіцієнт k_c визначається по табл. 4.3.

При зміні опору порід стиску окремих шарів у покрівлі, боках і ґрунту виробки у межах до 30% треба знайти середній розрахунковий опір порід стиску R_c для всієї виробки

$$R_c = \frac{R_{c_1} m_1 + R_{c_2} m_2 + \dots + R_{c_n} m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \quad (4.4)$$

де $R_{c_1}, R_{c_2}, \dots, R_{c_n}$ - розрахункові опори шарів порід стиску (МПа), що визначаються по формулі (6.3); $m_1, m_2, \dots, m_n$ - потужності шарів, м.

Значення коефіцієнта k_c в зонах впливу геологічних порушень

Характеристика місця розташування виробки	k_c
Поза плікативних порушень із радіусом менше 300 м і поза зоною впливу диз'юнктивних порушень на відстані від них більш $4N$ (N - нормальна амплітуда порушення, м)	0,9
У плікативному порушенні з радіусом менше 300 м або в зоні впливу диз'юнктивного порушення на відстанях від нього від $4N$ до N	0,6
Безпосередньо в диз'юнктивному порушенні на відстанях від нього менш N	0,3

У випадках, коли розрахунковий опір шарів стиску змінюється в межах більш 30%, слід окремо визначати по формулі (4.4) розрахунковий опір порід стиску R_c для покрівлі, боків і ґрунту виробки.

Для охорони похилих і горизонтальних виробок, проведених по розроблювальному шару або в безпосередній близькості від нього, ширину вугільних ціликів у кожену сторону від крайньої виробки на розрізах по простяганню й вхрест простягання ухвалюють не менш розмірів зони шкідливого впливу опорного тиску L_0 від очисних робіт (рис. 4.1, а, б).

Слід зазначити, що на рис. 4.1 показаний загальний випадок побудови ціликів для охорони похилих і горизонтальних виробок у розроблювальному шарі при надробітку й підробітку. Природно, при відпрацьовуванні одиночних шарів цілик будується тільки в площині розроблювального шару. У випадках надробітки або підробітки будуються цілики по шару, по якому або в безпосередній близькості від якого пройдені виробки, і по вищележачим або нижележачим шарам.

Для виробок, закріплених твердим кріпленням, значення L_0 при кутах падіння шарів до 35° і середньообрушаючихся породах основної покрівлі визначають по табл. 4.4 залежно від розрахункової глибини розташування виробки H_p й розрахункового опору вміщаючих порід стиску R_c .

Вплив обрушаємості основної покрівлі на ширину вугільних ціликів ураховують множенням знайдених по табл. 4.4 значень L_0 на коефіцієнт $K_{кр}$, який ухвалюється рівним 0,8 при легкообрушаючійся основній покрівлі, 1 - при середньообрушаючійся й 1,2 - при важкообрушаючійся основній покрівлі.

Для виробок, закріплених кріпленням з піддатливістю не менш 300 мм, ширина ціликів може бути зменшена на 25%, а з піддатливістю 500 мм - на 35% у порівнянні із шириною ціликів у виробок із твердим кріпленням.

Для шарів з кутами падіння від 35° до 55° , зазначені в табл. 4.4 розміри L_0 зменшуються на 20%, а при кутах падіння понад 55° - на 40%.

Таблиця 4.4

Ширина вугільних ціликів для вироблень із твердим кріпленням при кутах падіння шарів до 35°

Розрахункова глибина виробки H_p , м	Ширина вугільних ціликів L_0 (м) при розрахунковому опорі порід стиску на контурі виробки із твердим кріпленням R_c , МПа								
	До 20	30	40	50	60	80	100	120	>120
До 200	70	55	45	40	35	30	30	30	30
300	85	65	55	45	40	35	35	35	35
400	100	80	65	50	45	40	40	40	40
500	110	90	75	60	50	45	45	45	45
600	120	100	85	70	60	50	50	50	50
800	125	110	95	80	70	65	60	60	55
1000	130	120	105	90	80	70	65	60	55
1200	140	130	115	100	90	80	75	70	60
1500	150	140	130	115	100	90	80	70	60

4.2 Побудова ціликів для охорони виробок від шкідливого впливу надробітку

Охорону біляствольних й розкриваючих виробок, від шкідливого впливу надробітку здійснюють ціликами вугілля у вищележачих шарах при відстанях по нормалі h_n від покрівлі виробки до ґрунту вищележачего шару менш безпечної висоти надробітку $h_{б.н}$ (рис. 4.1).

Для виробок, закріплених твердим кріпленням, безпечна висота надробітку при кутах падіння шарів до 35° знаходиться по табл.6.5 залежно від розрахункової глибини розташування виробки й розрахункового опору вміщуючих порід.

Вплив обрешуваності порід основної покрівлі надпрацьовувального шару враховується множенням $h_{б.н}$ на коефіцієнт $K_{кр}$, значення якого для легкообрешуваної покрівлі ухвалюється рівним 0,8, для середньообрешуваної - 1 і для важкообрешуваної - 1,2. При заляганні в міжшаррі потужних шарів піщанику дані табл. 4.5 зменшуються на 20%.

Для виробок, закріплених податливим кріпленням з піддатливістю не менш 300 мм, безпечна висота надробітку $h_{б.н}$, може бути зменшена на 30%, а при кріпленні виробок кріпленням з піддатливістю 500 мм - на 50% у порівнянні з даними табл. 4.5 для твердого кріплення.

Безпечна висота надробітку $h_{б.н}$ (табл. 4.5) при заляганні шарів від 35° до 55° зменшується на 20%, а при кутах падіння понад 55° - на 40%.

Побудова ціликів у вищележачих шарах на розрізах вхрест простягання й по простяганню для охорони виробок від шкідливого впливу надробітку виконується згідно рис. 4.1. При цьому ширина ціликів на вищележачих шарах

дорівнює ширині ціликів на шарі, по якому або в безпосередній близькості від нього пройдені виробки.

Таблиця 4.5

Безпечна висота надробітку для виробок із твердим кріпленням при кутах падіння шарів до 35°

Розрахункова глибина виробки H_p , м	Безпечна висота надробітку $h_{б.н}$ (м) при розрахунковому опорі порід стиску на контурі виробки із твердим кріпленням R_c , МПа								
	До 20	30	40	50	60	80	100	120	>120
До 200	70	60	50	45	40	40	35	30	30
300	80	70	60	55	50	45	40	35	30
400	90	80	70	65	60	55	45	40	35
500	100	90	80	75	65	55	50	40	35
600	110	100	90	80	70	60	55	45	40
800	115	105	95	85	75	65	60	50	40
1000	120	110	100	90	80	70	65	55	45
1200	125	115	105	95	85	75	65	60	45
1500	130	120	110	100	90	80	70	60	50

4.3. Побудова ціликів для охорони виробок від шкідливого впливу підробітку

Охорону біляствольних й розкриваючих виробок від шкідливого впливу підробітку здійснюють ціликами вугілля в нижлежачих шарах при відстанях по нормалі h_n від ґрунту виробки до покрівлі нижлежачего шару менш безпечної висоти підробітку $h_{б.п}$ (рис. 4.1).

Для виробок із твердим кріпленням при кутах падіння шарів до 35° і відсутності між нижлежачим шаром і виробкою потужних шарів піщанику безпечна висота підробітку визначається по табл. 4.6, де m - виймана потужність підпрацьовувального шару.

Таблиця 4.6

Безпечна висота підробітку для виробок із твердим кріпленням при кутах падіння шарів до 35°

Розрахункова глибина розташування виробки H_p , м	До 250	251-500	501-750	751-1000	Більш 1000
Безпечна висота підробітку $h_{б.п}$, м	$150m$	$175m$	$200m$	$225m$	$250m$

При заляганні в міжшаррі потужних шарів піщанику безпечна висота підробітку, що визначена по табл. 4.6, зменшується на 20%.

Для виробок із податливим кріпленням при кутах падіння шарів до 35° й виймаємій потужності підпрацьовувального шару 1 м безпечна висота підробітку визначається по табл. 4.7.

Таблиця 4.7

Безпечна висота підробітку для виробок із податливим кріпленням при кутах падіння шарів до 35° й виймаємій потужності підпрацьовувального шару 1 м

Розрахунковий глибина розташування виробки H_p , м	Безпечна висота підробітку $h_{б.п}$ (м) при розрахунковому опорі порід стиску на контурі виробки з податливим кріпленням піддатливістю 300 мм R_c , МПа								
	До 20	30	40	50	60	80	100	120	>120
До 200	90	80	75	70	65	60	55	50	50
300	100	90	80	75	70	65	60	55	50
400	110	100	90	85	75	70	65	60	55
500	120	110	100	95	80	75	70	65	55
600	135	120	110	105	90	80	75	70	60
800	145	135	125	115	100	85	80	70	60
1000	160	150	140	130	110	90	85	75	65
1200	170	160	150	135	120	100	85	80	70
1500	180	170	160	140	130	110	90	80	70

При потужності підпрацьовувального шару, відмінної від 1 м безпечну висоту підробітку $h_{б.п}$, що визначена за даними табл. 4.7, множать на коефіцієнт $k_{m.п}$, значення якого наведені в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Значення коефіцієнта $k_{m.п}$

Виймаємо потужність підпрацьовувального шару m , м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Коефіцієнт $k_{m.п}$	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

При відпрацьовуванні підпрацьовувального шару із закладкою для визначення безпечної висоти підробітку по табл. 4.8 замість виймаємої потужності m , приймають ефективну потужність підпрацьовувального шару m_3 , яка розраховується по формулі

$$m_3 = (h_k + h_n) \cdot (1 - B_1) + B_1 \cdot m, \quad (4.5)$$

де h_k - зближення покрівлі із ґрунтом у лаві (конвергенція) до зведення закладки; при відставанні закладки від вибою на 8-20 м і при відсутності даних спостережень ухвалюється $h_k = 0,15m$; h_n - неповнота закладки (середня відстань від верху закладного масиву до покрівлі шару), що визначається по

досвіду; m - виймаєма потужність шару; B_1 - коефіцієнт усадки закладки, обумовлений за фактичним даними, а при відсутності таких даних по табл. 4.9.

При розробці шарів з кутами падіння від 35° до 55° безпечна висота підробітку, що розрахована по табл. 4.6 і 4.7 при кутах падіння до 35° зменшується на 20%, а при кутах падіння понад 55° - на 40%.

Таблиця 4.9

Значення коефіцієнта B_1

Види закладки	Коефіцієнт B_1
Гідравлічна:	
з піску	0,05–0,15
із дробленої породи	0,15–0,30
Пневматична	0,25–0,40
Самопливна:	
із дробленої породи	0,25–0,45
з рядової породи	0,35–0,50

Оскільки на стан підпрацьовуваних виробок поряд з опорним тиском впливає й процес зрушення товщі гірських порід, то побудова ціликів на розрізах по простяганню й вхрест простяганню для охорони виробок від шкідливого впливу підробітку проводиться з урахуванням кутів зрушення (рис. 4.1).

Кути зрушення для різних вугільних басейнів визначаються відповідно із Правилами охорони [9].

У Донецькому басейні значення кутів зрушення приймаються рівними:

а) $\gamma = \delta = 80^\circ$; $\beta = 80^\circ - 0,8\alpha$, але не менш 30° у непідпрацьованій і підпрацьованій товщі кам'яновугільних порід у всіх районах басейну, крім Західного Донбасу й районів залягання вугіль марок ПА й А;

б) $\gamma = \delta = 85^\circ$; $\beta = 85^\circ - 0,8\alpha$, але не менш 30° у непідпрацьованій товщі кам'яновугільних порід у районах залягання вугіль марок ПА й А, у підпрацьованій товщі значення кутів зрушення зменшуються на 5° ;

в) $\gamma = \delta = \beta = 75^\circ$ у непідпрацьованій і підпрацьованій товщі кам'яновугільних порід у Західному Донбасі.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зборщик М.П. Механизм сдвижений пород надрабатываемой толщи при отработке пологих пластов на глубоких горизонтах // Разраб. месторождений полезных ископаемых : Респ. межвед. науч.-техн. сб.- 1984. - Вып. 67.
2. Теория защитных пластов / И.М.Петухов, А.М.Линьков, В.С.Сидоров, И.А.Фельдман. - М.: Недра, 1976. - 224 с.
3. Черняев В.И. Расчет напряжений и смещений пород при разработке свиты пластов. - К.: Техніка, 1987. - 148 с.
4. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. - М.: Минуглепром СССР, 1989. - 192 с.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих пласты, склонные к горным ударам. - Л.: ВНИМИ, 1988. - 86 с.
6. Указания по управлению горным давлением в очистных забоях под (над) целиками и краевыми частями при разработке свиты угольных пластов мощностью до 3.5 м с углом падения до 35° / С.Т.Кузнецов, Д.Г.Пекарский, В.В.Сычев и др. - Л.: ВНИМИ, 1984. - 62 с.
7. Методические указания по управлению горным давлением при разработке сближенных пластов Донбасса с углами падения свыше 35° в зонах повышенного горного давления / Ф.Н.Воскобоев, Н.А.Шаповал и др.- Л.: ВНИМИ, 1985.- 47 с.
8. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР / К.А.Ардашев, Н.П.Бажин, Ю.М.Басинский и др. - Л.: ВНИМИ, 1985.- 222 с.
9. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных выработок на угольных месторождениях. - М.: Недра, 1981. - 288 с.
10. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. - М.: Недра, 1986. - 447 с.
11. Положение о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. - С-Пб., 1994. - 28 с. (М-во топлива и энергетики РФ. НИИ горн. геомех. и маркшейд. дела).
12. Черняев В.И., Бокий В.Б., Новичихин И.Н. Проявления горного давления при разработке свит пологих пластов Донбасса, опасных по внезапным выбросам угля и газа // Внезапные выбросы в угольных шахтах. - М.: Недра. - 1970.
13. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок. - Л.: ВНИМИ, 1984. - 66 с.
14. Инструкция по производству маркшейдерских работ / МУП СССР, ВНИМИ. - М.: Недра, 1987. - 240 с.